

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA
ESCORRENTÍA SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS
ADOQUINADOS, CON MEZCLA ASFÁLTICA - JAÉN 2019”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autores: Bach. Erlita Vásquez Cayao

Bach. Alex Junior Aranda Román

Asesor: Ing. Wilmer Rojas Pintado

JAÉN - PERÚ, DICIEMBRE 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 07 de enero del año 2020, siendo las 11:54 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg Marco Antonio Aguirre Camacho

Secretario: Mg Billy Alexis Cayatopa Calderón

Vocal: Mg Marco Antonio Gonzales Santisteban, para evaluar la Sustentación de:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ADOQUINADOS, CON MEZCLA ASFÁLTICA, JAÉN 2019,

presentado por los Bachilleres **Erlita Vásquez Cayao y Alex Junior Aranda Román** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

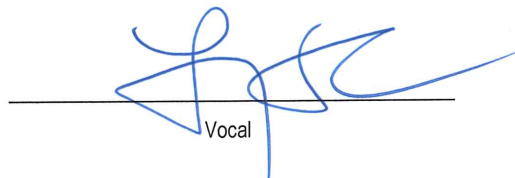
Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 13:08 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Presidente


Secretario


Vocal

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	3
1.4. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.5. BASE TEÓRICA	5
1.5.1. Escorrentía superficial.....	5
1.5.2. Pavimento Adoquinado o Articulado.....	5
1.5.2.1. Superficie de Rodadura.....	6
1.5.2.2. Adoquines	6
1.5.2.3. Arena para Juntas	7
1.5.2.4. Colchón de Arena	8
1.5.2.5. Base Granular.....	8
1.5.2.6. Sub-base Granular.....	10
1.5.2.7. Subrasante	10
1.5.2.8. Aplicabilidad de un pavimento adoquinado	10
1.5.3. Falla en las Juntas	10
1.5.4. Materiales.....	11
1.5.5. Drenaje	11
1.5.6. Frecuencia de Lluvia.....	11
1.5.7. Mezcla Asfáltica	12
1.5.8. Deflexión.....	12
II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
2.1. OBJETIVO PRINCIPAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. UBICACIÓN.....	14
3.2. LOCALIZACIÓN.....	14
3.3. VARIABLES	14
3.3.1. Variable Dependiente.....	15

3.3.2. Variables independientes	15
3.4. MÉTODOS.....	15
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	15
3.5.1. Técnicas	15
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	16
3.6. METODOLOGÍA DE ESTUDIO	16
3.6.1. Trabajo en campo.....	17
3.6.1.1. Caracterización del terreno	17
3.6.2. Trabajo en Laboratorio.....	18
3.6.2.1. Reducción de muestras de campo a tamaños en muestras de ensayo	18
3.6.2.2. Determinación del Contenido de Humedad de un suelo.....	18
3.6.2.3. Análisis Granulométrico de suelos por tamizado	19
3.6.2.4. Determinación del Límite Líquido de los suelos	22
3.6.2.5. Determinación del Limite Plástico (L.P.) de los suelos e Índice de Plasticidad (I.P.)	23
3.6.2.6. Compactación del suelo en el laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado)	25
3.6.2.7. CBR de suelos (Laboratorio)	27
3.6.2.8. Abrasión los Ángeles	29
3.6.2.9. Método de ensayo estándar para el valor Equivalente de Arena de suelos y agregado fino	31
3.6.2.10. Adoquines de Concreto para Pavimentos	32
3.6.2.11. Resumen de resultados de los ensayos en laboratorio	33
3.6.3. Diseño del pavimento	33
3.6.3.1. Base granular	33
3.6.3.2. Carpeta de Rodadura.....	33
3.6.4. Construcción de Pavimentos.....	34
3.6.4.1. Pavimento con juntas de mezcla asfáltica.....	34
3.6.4.2. Pavimento Convencional (con juntas de arena).....	42
IV. RESULTADOS.....	45
4.1. ESCORRENTÍA SUPERFICIAL	45
4.1.1. Escorrentía Superficial con 10cm de Precipitación	45

4.1.2. Escorrentía Superficial con 15cm de Precipitación	46
4.1.3. Escorrentía Superficial con 20cm de Precipitación	48
4.1.4. Evacuación de Aguas Pluviales	49
4.2. APLICACIÓN DE CARGA VEHICULAR PARA EVALUAR LAS JUNTAS DE MEZCLA ASFÁLTICA.....	50
4.2.1. Evaluación de Grietas	51
4.2.1.1. Vehículo de Diseño Tipo C2.....	51
4.2.1.2. Vehículo de Diseño Tipo C3.....	52
4.2.1.3. Vehículo de Diseño Tipo 8x4	52
4.3. BENEFICIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS	53
4.4. RESUMEN DE RESULTADO	55
V. DISCUSIÓN	56
5.1. RESISTENCIA A LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL DE LA JUNTA DE MEZCLA ASFÁLTICA	56
5.2. RESISTENCIA A LA CARGA VEHICULAR DE LA JUNTA DE MEZCLA ASFÁLTICA	56
5.3. EVALUACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA	56
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
6.1. CONCLUSIONES	57
6.2. RECOMENDACIONES	58
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos de Espesor y Resistencia a la Compresión de los adoquines.....	7
Tabla 2. Requisitos granulométricos para la arena de sello de juntas	7
Tabla 3. Requerimiento de granulometría de la arena para soporte de los adoquines	8
Tabla 4. Requerimientos Granulométricos para Base Granular	8
Tabla 5. Valor Relativo de Soporte	9
Tabla 6. Carga de Acuerdo a la Gradación.....	9
Tabla 7. Gradación de las muestras de Ensayo	9
Tabla 8. Requerimientos del agregado fino.....	9
Tabla 9. Resultados del Ensayo de Humedad Natural.....	19
Tabla 10. Resultados de la granulometría del material de la subrasante	20
Tabla 11. Resultado de la granulometría del material utilizado en la cama de arena	21
Tabla 12. Resultado de la Clasificación según método AASHTO.....	22
Tabla 13. Resultado de la Clasificación según método SUCS.....	22
Tabla 14. Resultado de los Límites de Atterberg	25
Tabla 15. Resultado del ensayo Proctor Modificado.....	26
Tabla 16. Resultado del CBR al 100 %	28
Tabla 17. Resultado del ensayo Abrasión los Ángeles.....	30
Tabla 18. Resultados del Equivalente de Arena	32
Tabla 19. Resultados de la resistencia a la compresión de adoquines.....	32
Tabla 20. Resultados de ensayos vs requerido por normativa.....	33
Tabla 21. Resultado del Ensayo de arena de la Sub-Rasante	36
Tabla 22. Ensayo in-situ de la Capa de Base Granular	39
Tabla 23. Vehículos de prueba con Pesos Máximos Permitidos.....	51
Tabla 24. Dimensión de grietas de acuerdo a la carga aplicada	53
Tabla 25. Inversión económica para cada tipo de pavimento.....	54
Tabla 26. Resumen de Resultados	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Falla por erosión del pavimento - calle Antonio Raimondi cuadra N° 10.....	2
Figura 2. Presencia de escorrentía superficial en las calles de la ciudad.....	2
Figura 3. Falla de erosión total de los adoquines - calle Antonio Raimondi cuadra N° 01 .	2
Figura 4. Falla por asentamiento de la carpeta de rodadura de la calle Santa Teresita	2
Figura 5. Toma satelital del área donde se ejecutó el proyecto (fuente: Google Eart).....	14
Figura 6: Exploración del terreno a cielo abierto	17
Figura 7: Extracción de muestras alteradas	17
Figura 8: Perfil estratigráfico de la exploración	17
Figura 9. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el Contenido de Humedad	18
Figura 10. Peso de la muestra húmeda	19
Figura 11. Ingreso de la muestra al horno	19
Figura 12. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el análisis granulométrico del material de base granular	19
Figura 13. Tamizado en seco del agregado grueso del material para base granular	20
Figura 14. Lavado del agregado fino del material para base granular	20
Figura 15. Curva granulométrica del material de la sub-rasante	20
Figura 16: Curva granulométrica del material utilizado en la cama de arena	21
Figura 17. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el Limite Liquido	23
Figura 18. Tamizado del material en la malla N°40.....	23
Figura 19. Determinación del límite liquido en equipo Casagrande	23
Figura 20. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el Limite Plástico	24
Figura 21. Moldeando la muestra en elipsoides	24
Figura 22. Secando las muestras extraídas del límite plástico	24
Figura 23. Contenido de humedad vs número de golpes del límite liquido	24
Figura 24. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar Proctor Estándar.....	25
Figura 25. Homogenización de los materiales para compactar	26
Figura 26. Compactar y registrar el peso del espécimen ensayado	26
Figura 27. Curva de compactación del material de base	26
Figura 28. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el CBR	27
Figura 29. Preparación y compactación de la muestra	27
Figura 30. Control de expansión del suelo	27

Figura 31. Penetración del CBR después de ser sumergido en la maquina Marshall	28
Figura 32. Tomar un espécimen para controlar la humedad de la muestra sumergida	28
Figura 33. Curva CBR a los 56 golpes	28
Figura 34. Curva CBR a los 25 golpes	28
Figura 35. Curva CBR a los 12 golpes	29
Figura 36. Curva de CBR vs Proctor	29
Figura 37: Diagrama de flujo del procedimiento para determinar la abrasión de los ángeles	30
Figura 38: Separación de la grava del material fino	30
Figura 39: Tamizar y pesar el peso correspondiente para la gradación.....	30
Figura 40. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el equivalente de arena	31
Figura 41. Inmersión del espécimen en la probeta de medición	31
Figura 42. Medición de altura de la arena	31
Figura 43. Adoquines de muestra a ser ensayados.	32
Figura 44. Resultado de la resistencia a la compresión del adoquín de concreto.....	32
Figura 45. Replanteo del perímetro de área a excavar	35
Figura 46. Excavación del área de 7 m ² para el modelo real del pavimento	35
Figura 47. Remoción del material del hoyo de ensayo en la sub-rasante.....	35
Figura 48. Colocación de arena calibrada en el hoyo para luego registrar su peso.....	35
Figura 49. Adecuar el lugar para encofrado del confinamiento	36
Figura 50. Encofrado del confinamiento	36
Figura 51. Mezcla de agregados que generan concreto fresco	37
Figura 52. Vibrado del confinamiento para evitar las cangrejeras de la estructura.....	37
Figura 53. Desencofrado del confinamiento.....	37
Figura 54. Compactación de la capa de base granular	38
Figura 55. Remoción del material del hoyo de ensayo en la sub-rasante.....	38
Figura 56. Pesado del material natural del hoyo	38
Figura 57. Puesta de material (cama de arena).....	39
Figura 58. Nivelación de la cama de arena.....	39
Figura 59. Empalme de los Adoquines de Concreto	40
Figura 60. Instalación de adoquines de Concreto en toda el área de confinamiento.....	40
Figura 61. Corte de las piezas para los ajustes del pavimento	41
Figura 62. Ubicación de las piezas de ajustes en toda la plataforma del pavimento.....	41

Figura 63. Compactación de la mezcla asfáltica en las juntas del pavimento.....	42
Figura 64. Sellado de junta con una película de Asfalto puro	42
Figura 65. Ubicación de los adoquines con la junta tradicional de arena	43
Figura 66. Sellado de juntas con arena	44
Figura 67. Limpieza final del pavimento.....	44
Figura 68. Compactación final del pavimento	44
Figura 69. Sistema para la prueba de escorrentía superficial	45
Figura 70. Suministro de agua para las pruebas de escorrentía.....	45
Figura 71. Velocidad del agua con un lamina de 10 cm.....	46
Figura 72. Altura del fluido para evaluar la junta de mezcla asfáltica	46
Figura 73. Lámina de agua de 10 cm.....	46
Figura 74. Junta convencional afectada por el paso de escorrentia superficial.....	46
Figura 75. Flujo de escorrentía superficial con un lamina de 15 cm.....	47
Figura 76. Junta de mezcla asfáltica intacta luego del paso de escorrentía superficial	47
Figura 77. Velocidad del flujo con una lámina de agua de 15 cm	47
Figura 78. Junta de arena afectada por la escorrentía superficial	47
Figura 79. Velocidad del flujo con una lámina de 20 cm.....	48
Figura 80. Flujo con una lámina de 20 cm	48
Figura 81. Flujo de agua con una lámina de 20 cm	49
Figura 82. Junta de arena muy afectada por la escorrentía superficial	49
Figura 83. Agua pluvial a 6 m de altura sobre las juntas de mezcla asfáltica	50
Figura 84. Junta de mezcla asfáltica intacta después de la prueba de altura	50
Figura 85. Agua pluvial a 6 m de altura sobre las juntas de arena	50
Figura 86. Junta de arena erosionada en un 40 % aproximadamente.....	50
Figura 87. Aplicación de carga vehicular de camión de prueba tipo C2.....	51
Figura 88. Aplicación de carga vehicular con camión de prueba tipo C3.....	51
Figura 89. Juntas sin agrietarse al paso de los vehículos tipo C2.....	52
Figura 90. Dimensión de grieta después del paso del vehículo tipo C3.....	52
Figura 91. Dimensión de grieta después del paso del vehículo tipo 8x4.....	53

RESUMEN

La necesidad de contar con mejores servicios de transitabilidad, ha hecho que el hombre adopte técnicas y métodos que aporten mejoras continuas a lo largo de la historia, pasando desde caminos rudimentarios hechos a base de rocas talladas a pavimentos rígidos, semirrígidos y flexibles. En este contexto, se ha demostrado que los pavimentos semirrígidos (adoquinados) presentan ventajas técnicas y económicas frente a otros tipos de pavimentos; sin embargo, su construcción no es muy usual dentro y fuera de una urbe determinada, puesto que presenta un alto grado de susceptibilidad de sufrir deterioros prematuros parciales o totales a consecuencia de la acción de la escorrentía superficial.

Teniendo en cuenta la problemática indicada en el párrafo anterior; en el presente trabajo de tesis se plantea la implementación de un sistema de pavimento que sea resistente a la acción destructiva de la escorrentía superficial sin que se afecte las características y beneficios que un pavimento adoquinado convencional presenta; para tal efecto, se reemplazó la arena de sello de junta por mezcla asfáltica en un prototipo construido a escala real. Posteriormente, se sometió a prueba y se evaluó resultados mediante observación directa y la utilización de un grietómetro, obteniéndose resultados favorables para la investigación.

Palabras claves: pavimento semirrígido, adoquinado, mezcla asfáltica, escorrentía superficial, grietómetro.

ABSTRACT

The need for better passability services has led man to adopt techniques and methods that provide continuous improvements throughout history, from rudimentary roads made from carved rocks to rigid, semi-rigid and flexible pavements. In this context, it has been shown that semi-rigid (cobble) pavements have technical and economic advantages over other types of pavements; However, its construction is not very common inside and outside a specific city, since it presents a high degree of susceptibility to suffer partial or total premature deterioration as a result of the action of surface runoff. Taking into account the problem indicated in the previous paragraph; in the present thesis work, the implementation of a pavement system that is resistant to the destructive action of surface runoff is proposed without affecting the characteristics and benefits that a conventional paved pavement presents; For this purpose, the seal sand was replaced by asphalt mixing in a prototype built on a real scale. Subsequently, it was tested and results were evaluated by direct observation and the use of a crack meter, obtaining favorable results for the investigation.

Words cables: semi-rigid pavement, paving, asphalt mixing, surface runoff, crack meter.

I. INTRODUCCIÓN

Un pavimento adoquinado está constituido por capas superpuestas, relativamente horizontales conformadas por materiales apropiados y adecuadamente compactados, una de las principales ventajas de este pavimento es su alta resistencia al soporte de cargas y desgaste físico por intemperismo y tránsito vehicular. Se trata de bloques de concreto (adoquines) perfectamente ubicados, de durabilidad muy elevada, unidos por una capa de arena de espesor determinado que tienen como plataforma de soporte a un sustrato de material debidamente calificado según norma: manual de carreteras MTC – EG 2013 - sección 403, para ser utilizado como material de base.

Debido a que, para el emplazamiento de los adoquines no se requiere de maquinaria pesada ni de mano de obra especializada es que este tipo de pavimentos presenta ventajas técnicas y económicas, frente a otro tipo de pavimento; sin embargo, se puede observar que una de las desventajas más resaltantes que presenta un pavimento semirrígido conformado por adoquines, es la susceptibilidad a dañarse con relativa facilidad ante la acción de escorrentía superficial proveniente de aguas de lluvia, desbordes de canales, acequias, etc., ocasionando en muchos de los casos deterioros prematuros no llegando a alcanzar su periodo de vida útil según diseño, requiriendo reparación y/o reposición de sus elementos.

Por lo antes indicado, el objeto de este estudio es evaluar el comportamiento del pavimento adoquinado remplazando la arena de sello de junta por mezcla asfáltica, con lo que se pretende proporcionarle resistencia ante la acción destructiva de la escorrentía superficial. Dado que este problema es muy frecuente en los pavimentos de este tipo existentes en la ciudad de Jaén, se busca investigar el efecto de mejora que se lograría al instalar estos pavimentos con una junta conformada por un adherente como la mezcla asfáltica entre las unidades de concreto.

1.1. Situación Problemática

A pesar que los pavimentos semirrígidos presentan ventajas técnicas y económicas frente a otro tipo de pavimento en condiciones adecuadas, en la ciudad de Jaén no se han vuelto a construir en los últimos 10 años, debido a que presentan un alto grado de susceptibilidad a fallar por la acción de la escorrentía superficial proveniente, sobre todo, de las intensas lluvias que permanentemente azotan la ciudad, pero con mayor intensidad entre los meses de noviembre a abril.

Las fallas indicadas, inician principalmente con la pérdida de arena de sello de juntas y la saturación de la cama de arena, finalmente se produce el desplazamiento de los adoquines. En la ciudad de Jaén las vías existentes construidas a base de pavimento adoquinados se encuentran en mal estado, como prueba de ello tenemos los pavimentos en las calles: Arana Vidal, Antonio Raimondi, Santa Teresita, Universidad, Torre Tagle, entre otras; las cuales presentan fallas en la plataforma de rodadura debido a la erosión, expansión e inmersión de los bloques en el firme del pavimento, debido a los efectos de la escorrentía superficial presente en la zona.



Figura 1. Falla por erosión del pavimento - calle Antonio Raimondi cuadra N° 10



Figura 2. Presencia de escorrentía superficial en las calles de la ciudad.



Figura 3. Falla de erosión total de los adoquines - calle Antonio Raimondi cuadra N° 01



Figura 4. Falla por asentamiento de la carpeta de rodadura de la calle Santa Teresita

Problema de investigación:

¿Es posible mejorar la resistencia a la escorrentía superficial en un pavimento semirrígido reemplazando la arena de sello de junta por mezcla asfáltica, en la ciudad de Jaén?

1.2. Justificación de la investigación

Si se demuestra que la mezcla asfáltica utilizada en sustitución de la arena como sello de junta en un pavimento semirrígido es resistente a la escorrentía superficial, sin que su aplicación incida notablemente en la relación costo - beneficio que un pavimento convencional de este tipo presenta, resultaría económica y técnicamente factible establecer su aplicación en zonas de una urbe determinada cuyo clima y relieve se asemeje al de la ciudad de Jaén, debido al bajo costo de inversión comparado con la ejecución de otro tipo de pavimento, permitiendo así, a las entidades tanto públicas como privadas ampliar la cantidad y/o calidad de proyectos con el mismo presupuesto determinado.

1.3. Formulación de la Hipótesis

Reemplazando la arena de sello de juntas por mezcla asfáltica en un pavimento adoquinado, se mejora notablemente la resistencia a la erosión por efectos de la escorrentía superficial.

1.4. Antecedentes de la investigación

Cantero & Mendez, (2003) indican que los adoquines de concreto aparecieron en Alemania a finales del siglo XIX, la industrialización de los adoquines de concreto nace con la aparición de las Normas de Producto Alemanas en 1964 y en los Países Bajos en 1966. Estas se basaron en la producción uniforme y controlada con diversos grados de automatización y controles de calidad, impulsados también por el desarrollo de equipos de fabricación en Alemania. Dichas tecnologías rápidamente fueron introducidas a otros países como Reino Unido, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda y Japón a finales de los años 60 e inicio de los 70.

Estos países han sido pioneros en el desarrollo y la investigación de los pavimentos de adoquín; en este período, también se introdujo este tipo de pavimentos en el Continente Americano, Costa Rica introdujo el producto por la experiencia del uso de este material en Nicaragua. Sin duda alguna, el crecimiento y la proyección de este tipo de pavimentos en los últimos años ha sido de los más rápidos y exitosos (Cantero & Mendez, 2003).

Pacheco & Higuera, (2010) proponen, para Colombia, la primera metodología para determinar el Índice de Condición Estructural (ICE) y el Índice de Condición Funcional (ICF) para carreteras con estructura de pavimento articulado; así pues, teniendo en cuenta la patología típica encontrada en esta clase de estructuras, resulta positivo que las entidades de red vial se respalden en dicha investigación y en las experiencias de diversas vías estudiadas, para poder plantear medidas adecuadas para la rehabilitación de pavimentos articulados.

Hernández (2018), plantea que una alternativa de solución al problema ambiental que se genera durante la construcción, mantenimiento y rehabilitación de la red vial del país, es la implementación de los pavimentos de adoquín de concreto o articulado que, debido a sus requerimientos y procesos constructivos no afectan en gran escala al medio ambiente, como si ocurre con los pavimentos asfálticos (flexibles) y rígidos (concreto), que generan contaminación atmosférica debido a los altos niveles de material pulverulento que generan durante su proceso constructivo.

La meta de la protección del medio ambiente, no es restringir el desarrollo de infraestructura sino mitigar y compensar sus efectos nocivos hacia el agua superficial y el agua subterránea, la superficie de la tierra, el suelo, el aire. El proceso actual de construcción de la red de carreteras en Polonia requiere soluciones técnicamente seguras responsabilizándose por las necesidades de transporte presente sin comprometer la obligatoriedad para responsabilizarse por tales necesidades medioambientales en el futuro. (Nazarko, y otros, 2015)

De forma general, en las ciudades brasileiras la cuestión relativa al drenaje urbano ha sido tratada, de forma cronológica, desde tres puntos de vista. Inicialmente prevaleció el concepto higienista, luego la racionalización y normalización de los cálculos hidrológicos, y la tercera y más actual, es un enfoque que estableció la hidrología urbana de hoy. Los pavimentos intertrabados de bloques se asientan sobre un conjunto de capas denominadas capa de asentamiento, base, sub-base y sub-lecho y pueden utilizarse tubos de drenaje cuando el suelo local tenga baja permeabilidad. La función de estas capas es facilitar la infiltración en el suelo y funcionar como reservorios de detención del agua. (Zegarra, Santos, & Carvalho, 2015)

En Piura, la mayor cantidad de pavimentos adoquinados son empleados en vías locales, vías colectoras y en algunas arterias principales, en todas las vías de este tipo de pavimento se ha observado problemas de asentamiento. Por ello, se puede llegar a pensar que el problema no se debe únicamente a un inadecuado cálculo de la carga a la que va a estar expuesta la vía, sino también a la calidad y tipo de materiales con que se ha construido el paquete estructural del pavimento. Un pavimento de adoquines tiene una tasa de infiltración mínima de 15.00 cm/s, respecto a los pavimentos de asfalto que tienen 2.18 cm/s y los pavimentos de concreto, que tienen 0.16 cm/s. (Palacios, 2016)

Díaz, (2018) analiza el comportamiento de los pavimentos articulados en la ciudad de Jaén, determinando cuales son los factores que han incidido en su deterioro, entre éstos menciona factores como: desgaste superficial, fracturamiento, juntas abiertas, perdida de adoquines, etc.; análisis que será de utilidad en el presente trabajo.

1.5. Base Teórica

1.5.1. Escorrentía superficial

Esto se da cuando la capacidad de infiltración es menor a la intensidad de la lluvia, el agua empezara a recorrer sobre la superficie del terreno, y es aquí cuando se forma una capa delgada de agua. Esta se deslizará por sobre la superficie del suelo por acción de la gravedad según la pendiente del terreno y cambiara su curso en función a las irregularidades del suelo y presencia de vegetación hasta incorporarse a la red de drenaje, donde se junta con los otros componentes que constituyen la escorrentía total. (Caxi, 2017)

1.5.2. Pavimento Adoquinado o Articulado

Pertenece a pavimentos semirrígidos, el Manual incluye los adoquines de concreto, que son pavimentos que en este manual se recomienda utilizar en los tramos donde la carretera atraviese poblados y para tráficos menores o iguales a 15'000,0000 de EE. (MTC, Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos, 2013)

Es un pavimento formado, típicamente por una base granular, una capa o cama de arena de asiento, los adoquines intertrabados de concreto, la arena de sello, los confinamientos laterales y el drenaje, construido sobre una sub-rasante de suelo preparado para recibirlo. Los pavimentos de adoquines intertrabados se construyen de tal manera que las cargas verticales de los vehículos se transmitan a los adoquines intertrabados adyacentes, por corte a través de la arena de sello de las juntas. (RNE, 2016)

El pavimento de adoquines de concreto tiene sus raíces en los empedrados, que posteriormente evolucionaron hacia los adoquines de piedra, de madera y de arcilla. Para finalmente con mejores tecnologías de fabricación lograr los adoquines de concreto resistentes y duraderos, con formas y texturas homogéneas, y de colores diversos. (MTC, 2013)

1.5.2.1. Superficie de Rodadura

Capa de rodamiento conformada por elementos uniformes compactos de concreto, denominados adoquines, que se colocan ensamblados y que, debido a su entrelazado y a la conformación de sus caras laterales, permiten una transferencia de cargas desde el elemento que las recibe hacia varios de sus adyacentes, trabajando sólidamente y sin posibilidad de desmontaje individual. (Intituto del Cemento y del Concreto de Guatemala [ICCG], 2016)

La superficie de rodamiento debe tener capacidad para resistir el desgaste y los efectos abrasivos de los vehículos en movimiento y poseer suficiente estabilidad para evitar el impulso y las rodadas bajo la carga de tránsito; además, sirve para impedir la entrada de cantidades excesivas del agua superficial a la base y las sub-rasante directamente desde arriba. Su función primordial será proteger la base impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones del agua de lluvia que podría saturar total o parcialmente las capas inferiores. (Tingal, 2013)

1.5.2.2. Adoquines

Deberán estar en conformidad con la NTP 399.611 Adoquines de Concreto para Pavimentos; su espesor y resistencia a la compresión deben ser los que señale el Proyecto, su microtextura debe ser capaz de proporcionar una superficie lisa y resistente al desgaste (MTC, 2013).

Tabla 1. *Requisitos de Espesor y Resistencia a la Compresión de los adoquines*

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, Mínimo MPa (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unid.	Unidad individual
I (peatonal)	40	31(320)	28(290)
Tipo B, C y D	60	31(320)	28(290)
II	60	41(420)	37(380)
(Vehicular ligero)	80	37(380)	33(340)
	100	35(360)	32(325)
III			
(Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥	55(561)	50(510)

Fuente: (NTP 399.611, 2010)

1.5.2.3. *Arena para Juntas*

La arena utilizada para el sello de las juntas entre los adoquines será de origen aluvial sin trituración, libre de finos, plásticos, materia orgánica u otras impurezas. Su granulometría se ajustará a los siguientes límites, según lo indicado en la tabla 2:

Tabla 2. *Requisitos granulométricos para la arena de sello de juntas*

Tamiz	Porcentaje que pasa
2.36 mm (N°.8)	100
1.18 mm (N°.16)	90-100
600 µm (N°.30)	60-90
300 µm (N°.50)	30-60
150 µm (N°.100)	30-60
75 µm (N°.200)	0-5

Fuente: (MTC-EG, 2013)

1.5.2.4. Colchón de Arena

Debe cumplir con lo establecido en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción – Tomo I (MTC-EG-2013), el tamaño máximo de partículas para este tipo de arena está entre 9.50 mm a 150 μ m.

Tabla 3. *Requerimiento de granulometría de la arena para soporte de los adoquines*

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.50 mm (3/8")	100
4,75 mm (N°.4)	95 - 100
2,36 mm (N°.8)	80 - 100
1,18 mm (N°.16)	50 - 85
600 μ m (N°.30)	25 - 60
300 μ m (N°.50)	10 - 30
150 μ m (N°.100)	2 - 10

Fuente: (MTC-EG, 2013)

1.5.2.5. Base Granular

Consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, con inclusión o no de algún tipo de estabilizador o ligante, debidamente aprobado, que se coloca sobre una sub-base, afirmado o sub-rasante (MTC-EG, 2013).

Además, deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

Tabla 4. *Requerimientos Granulométricos para Base Granular*

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2"	100	100	---	---
1"	---	75-95	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100
N° 4	25-55	30-60	35-65	50-85
N° 10	15-40	20-45	25-50	40-70
N° 40	8-20	15-30	15-30	25-45
N° 200	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: (MTC-EG, 2013)

Tabla 5. *Valor Relativo de Soporte*

Valor Relativo de Soporte (CBR) (1)	Tráfico en ejes equivalentes ($<10^6$)	Mín. 80%
	Tráfico en ejes equivalentes ($\geq 10^6$)	Mín. 100%

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1"
Fuente: (MTC-EG, 2013)

Tabla 6. *Carga de Acuerdo a la Gradación*

Gradación	Número de Esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: (MTC-EG, 2013)

Tabla 7. *Gradación de las muestras de Ensayo*

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
		Gradación			
Que pasa	Ret. Sobre	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25			
1"	3/4"	1250 ± 25			
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10	
1/4"	N° 4			2500 ± 10	
N° 4	N° 8				5000
TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: (MTC-EG, 2013)

Tabla 8. *Requerimientos del agregado fino*

Ensayo	Norma	Requerimiento
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	35 % mín.

Fuente: (MTC-EG, 2013)

1.5.2.6. Sub-base Granular

MTC-EG (2013), “Consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, que se colocan sobre una superficie preparada” (pág. 359).

Nota: Para el presente estudio, debido a que el terreno donde se construyó el prototipo de pavimento para prueba de ensayo, ostenta un valor CBR superior a 90 a nivel de subrasante y presenta el mismo perfil estratigráfico según exploración a cielo abierto, no fue necesario mejorar el terreno de fundación con sub-base granular, en concordancia con lo que indica el manual de carreteras MTC-EG, (2013), en las tablas 402-1 y 402-2.

1.5.2.7. Subrasante

Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. (MTC-EG, 2013)

1.5.2.8. Aplicabilidad de un pavimento adoquinado

Los pavimentos adoquinados se pueden utilizar en andenes, zonas peatonales y plazas, donde el tráfico es básicamente peatonal; en vías internas de urbanizaciones, calles y avenidas, con tráfico vehicular que puede ir desde unos cuantos vehículos livianos, hasta gran número de vehículos pesados; en zonas de carga, patios de puertos, plataformas de aeropuertos y zonas donde se tienen cargas muy altas e inclusive tráfico de vehículos montados sobre orugas. (Cieza, 2015)

1.5.3. Falla en las Juntas

Se refiere a cualquier condición que posibilite la acumulación de material en las juntas o permita una significativa infiltración de agua, así:

- La acumulación de material incompresible impide el movimiento de los adoquines, posibilitando que se produzcan fallas, como levantamiento o despostillamiento de las aristas de los adoquines.
- Progresiva desintegración de la superficie de la vía por pérdida de material fino, producto del desprendimiento de la arena de sello de juntas, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades.

1.5.4. Materiales

Todos los materiales que a continuación mencionamos deben cumplir los parámetros establecidos en el del RNE CE.010 (Anexo F), Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Suelos y Pavimentos y en el Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - Tomo I (EG-13) sección 440 Pavimentos de Adoquines de Concreto o Piedra,

- Material para Base
- Arena para el sello de juntas
- Arena para la cama de amortiguamiento
- Adoquines de concreto tipo biselado
- Emulsión catiónica de quiebre lento CSS-1H (Emulsión asfáltica)

1.5.5. Drenaje

En el diseño de pavimentos debe siempre tratarse que, tanto la sub-rasante, sub-base y base granular, estén protegidas de la acción del agua. Al considerar las posibles fuentes de agua, es conveniente proteger la sección estructural de pavimento de la entrada de agua, por lo que es necesario interceptar el agua que corre superficialmente lo mejor posible, así como sellar la superficie del pavimento.

Generalmente se presta mucha atención al detalle de interceptar el agua superficial, mientras se da una menor atención al sellado de la superficie para evitar la infiltración de lluvia. Como resultado, una considerable cantidad de agua a menudo penetra hacia la parte inferior de la estructura del pavimento, dando lugar al deterioro del mismo, de ahí la necesidad de considerar en el diseño un adecuado sistema de drenaje. (Coronado, 2002)

1.5.6. Frecuencia de Lluvia

Es un determinado evento de lluvia, relacionado con el tiempo de retorno, se define como el promedio de tiempo que transcurre entre la ocurrencia de dos eventos de tormentas de las mismas características. Las lluvias, habitualmente en nuestro país suelen presentarse por la actividad convectiva, que es el movimiento ascendente del aire provocado principalmente por el efecto de calentamiento que ocasiona la radiación solar en la superficie terrestre, este fenómeno origina la formación de nubes de tipo cúmulos las que se pueden convertir en cumulonimbos si la convección es muy fuerte y ocasionar lluvias muy intensas (CENEPRED, 2014).

1.5.7. Mezcla Asfáltica

El asfalto es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes, tiene las propiedades ideales para la construcción de pavimentos cumpliendo las siguientes funciones: impermeabilizar la estructura del pavimento, proporciona una fuerte unión y cohesión entre los agregados, mejora la capacidad portante de la estructura (Salazar, 2011).

1.5.8. Deflexión

La deflexión se correlaciona con la capacidad estructural de un pavimento, de manera que, si la deflexión es alta en un modelo estructural, la capacidad estructural del modelo de pavimento es débil o deficiente; y lo contrario, si la deflexión es baja, quiere decir que el modelo estructural del pavimento tiene buena capacidad estructural (Higuera C. , 2010).

II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivo Principal

Mejorar la resistencia de un pavimento articulado frente a la escorrentía superficial reemplazando la arena de sello de juntas por mezcla asfáltica.

2.2. Objetivos Específicos

- Someter a prueba frente a escorrentía superficial y a carga de uso, un pavimento articulado convencional y un pavimento articulado con juntas de mezcla asfáltica, luego de haberlos construido.
- Comparar los resultados de un pavimento articulado convencional con un pavimento articulado con juntas de mezcla asfáltica frente a la escorrentía superficial.
- Evaluar costo - beneficio de un pavimento rígido frente a un pavimento articulado convencional y articulado con juntas de mezcla asfáltica.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El lugar donde se construyó los modelos de pavimento a escala real, está ubicado al lado Nor-oriental de la ciudad de Jaén, en el sector Yanuyacu Bajo específicamente, el mismo que pertenece al Distrito de Jaén, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca y limita por el norte con el distrito de Las Pírias, por el sur con la quebrada Amojú, por el este con el distrito de Bellavista y por el oeste con la ciudad de Jaén.

3.2. Localización

Dentro del sector Yanuyacu Bajo, se optó por elegir una vía de tránsito pesado y próximo a un canal de agua, dicha vía se encuentra ubicada en la parte baja de la Carretera Jaén – San Ignacio, en el acceso a la “ARENERA OCAÑA” específicamente, con coordenadas georreferenciales de 0747909 E, 9373576 N, y a una altitud media de 575 m.s.n.m.



Figura 5. Vista satelital del área donde se ejecutó el proyecto (fuente: Google Eart)

3.3. Variables

Se denomina variable a todo aquello que tiene características propias que la distingue de lo demás, que es susceptible de cambio o modificación y la podemos estudiar, controlar o medir en una investigación (Pérez, 2007).

3.3.1. Variable Dependiente

- Resistencia a la escorrentía superficial y carga

3.3.2. Variables independientes

- Pavimento adoquinado con juntas de arena
- Pavimento adoquinado con juntas de mezcla asfáltica

3.4. Métodos

Se utilizó el método inductivo – deductivo, ya que se partió de la problemática (patologías que presenta los pavimentos articulados en la ciudad de Jaén), para poder validar el uso de elementos complementarios al diseño tradicional de estas estructuras y llegar a una conclusión particular sobre el mejoramiento, ante la Escorrentía Superficial, de las referidas estructuras.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

- Exploración del terreno: Comprende la extracción de muestras para el estudio de la subrasante (ensayos estándar de caracterización de suelos y ensayo CBR), que permitió obtener los parámetros necesarios para el diseño del pavimento.
- Construcción y evaluación del pavimento: Consistió en la elaboración de un paño de 7 m² de pavimento para evaluarlo ante la escorrentía superficial y carga de uso.
- Observación directa: Consistió en obtener resultados de forma directa luego de someter a prueba el pavimento que planteamos como alternativa de solución a los efectos de la escorrentía superficial.
- Grietómetro: nos apoyamos en la utilización de este instrumento con el objeto de medir la dimensión de grietas que se generaban después de hacer transitar los vehículos de prueba.
- Correntómetro: se utilizó este instrumento para medir la velocidad con la fluía dicho caudal de agua a alturas de 5, 10, 15 y 20 cm de espesor de lámina de agua.
- Equipo de prueba de erosión de junta.

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Se realizó la toma de muestras de los materiales que conformaron la sub-rasante, base, cama de arena y la arena para sello de junta, con la finalidad de garantizar su calidad, mediante ensayos, los mismos que a continuación se describen:

- Muestreo de suelos y rocas según MTC E 101
- Conservación y transporte de muestras de suelos MTC E 104
- Reducción de muestras de campo a tamaños de muestra de ensayos MTC E 103
- Análisis granulométrico de suelos por tamizado según MTC E 107
- Límites de Atterberg según MTC E 110 y MTC E 111
- Proctor Modificado, según MTC E 115
- CBR según MTC E 132
- Abrasión los Ángeles según MTC E 207
- Método de ensayo estándar para el valor Equivalente de Arena según MTC E 114
- Ensayo para determinar la Densidad y Peso Unitario In situ Mediante el Método del Cono de Arena según MTC E117
- Control de calidad para los adoquines de concreto según Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE (Anexo F) y norma técnica peruana NTP 339.611.
- Aplicación del grietómetro.

Materiales:

- Adoquines: Se utilizaron los de tipo II, según norma NTP 399.611
- Material granular para base
- Arena para la cama de soporte
- Arena para sello de junta
- Emulsión Catiónica de rompimiento lento tipo CSS-1H, y
- Equipos y/o herramientas utilizadas durante la ejecución del proyecto de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales del MTC.

3.6. Metodología de estudio

El procedimiento se realizó en tres etapas, las mismas que a continuación describimos

3.6.1. Trabajo en campo

3.6.1.1. Caracterización del terreno

A) Exploración a Cielo Abierto

Una vez determinada la clasificación y el tipo de vía (calle urbana para tránsito pesado) se eligió el lugar apropiado donde se realizaría la muestra de ensayo. Posterior a ello, se tomó muestras representativas alteradas e inalteradas y en cantidades suficientes de una exploración a cielo abierto de 1.50 m de profundidad tal como lo especifica la norma MTC E 101.



Figura 6: Exploración del terreno a cielo abierto



Figura 7: Extracción de muestras alteradas

B) Perfil Estratigráfico del Terreno

A continuación, se muestra la columna estratigráfica que presenta el terreno donde se realizó la exploración a cielo abierto para la construcción del modelo a escala real del pavimento ejecutado.

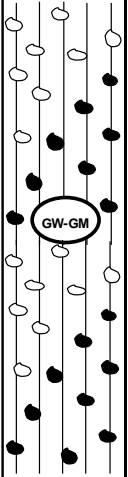
PROF. (m)	TIPO EXCAV.	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	CLAS. SUCS
1.50	EXCAVACION A CIELO ABIERTO - CALICATA		Material gravoso bien graduado con limo y arena de color marron claro, con particulas redondeadas tipo GW.GM, son suelos secos de compacidad alta y de baja plasticidad.	M-01	GW-GM

Figura 8: Perfil estratigráfico de la exploración

C) Conservación y Transporte de Muestras

Una vez tomadas las muestras representativas en recipientes de cierre hermético, caja de madera apropiada, costales de yute envueltas en parafina, se trasladaron a las instalaciones del laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Jaén, tomando medidas especiales de conservación. Cabe mencionar que durante esta etapa se tuvo en consideración lo establecido en la norma MTC E 104 Conservación y Transporte de Muestras de Suelo, del Manual de Ensayos de Materiales.

3.6.2. Trabajo en Laboratorio

En esta etapa se realizaron los ensayos, tanto a los materiales propios del área donde se ejecutó el pavimento a escala real, como a los materiales que se usaron en la construcción de los pavimentos tanto articulado con mezcla asfáltica y articulado con juntas de arena.

3.6.2.1. Reducción de muestras de campo a tamaños en muestras de ensayo

Para el desarrollo de las actividades en esta etapa se trabajó de acuerdo a lo que especifica la norma MTC E 103 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.

3.6.2.2. Determinación del Contenido de Humedad de un suelo

Se trabajó de acuerdo a la norma MTC E 108 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.

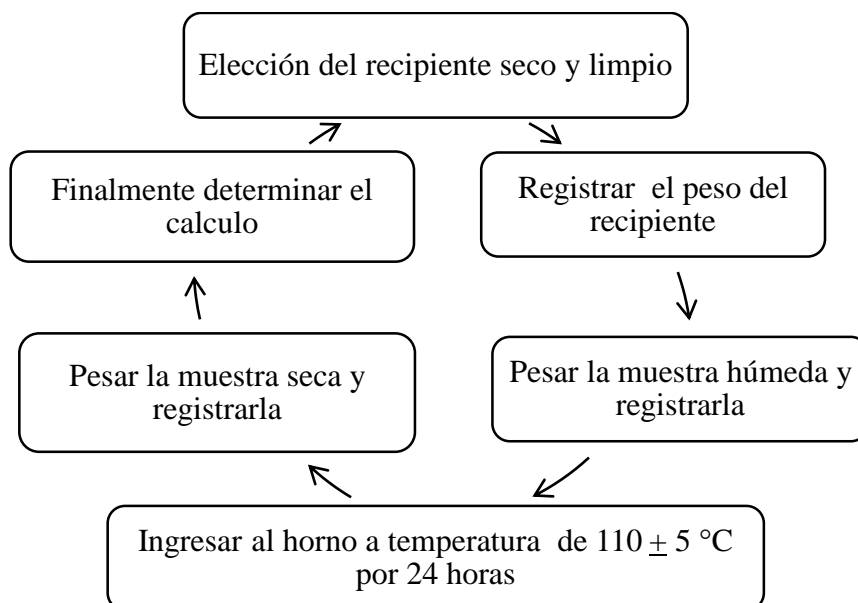


Figura 9. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el Contenido de Humedad



Figura 10. Peso de la muestra húmeda



Figura 11. Ingreso de la muestra al horno

Tabla 9. *Resultados del Ensayo de Humedad Natural*

Material	Sub- Rasante/Base	Sub- Rasante/Base	Sub- Rasante/Base
Muestra	M-01	M-02	M-01
Humedad (%)	3.47	3.40	3.46
Promedio	3.45		

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.3. *Análisis Granulométrico de suelos por tamizado*

Se trabajó de acuerdo a las normas MTC E 107 y MTC E 137 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.

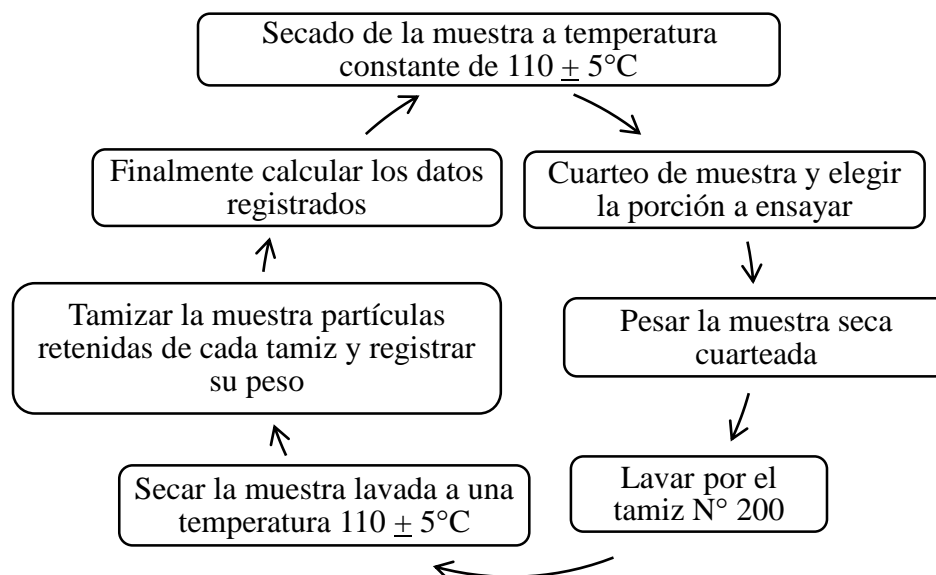


Figura 12. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el análisis granulométrico del material de base granular



Figura 13. Tamizado en seco del agregado grueso del material para base granular



Figura 14. Lavado del agregado fino del material para base granular

A. Análisis Granulométrico para material de la Subrasante

A continuación, se muestra la curva granulométrica del material de la subrasante, según método de FULLER, la misma que demuestra que el material cumple con la granulometría requerida, puesto que se encuentra dentro de los rangos máximos permisibles.

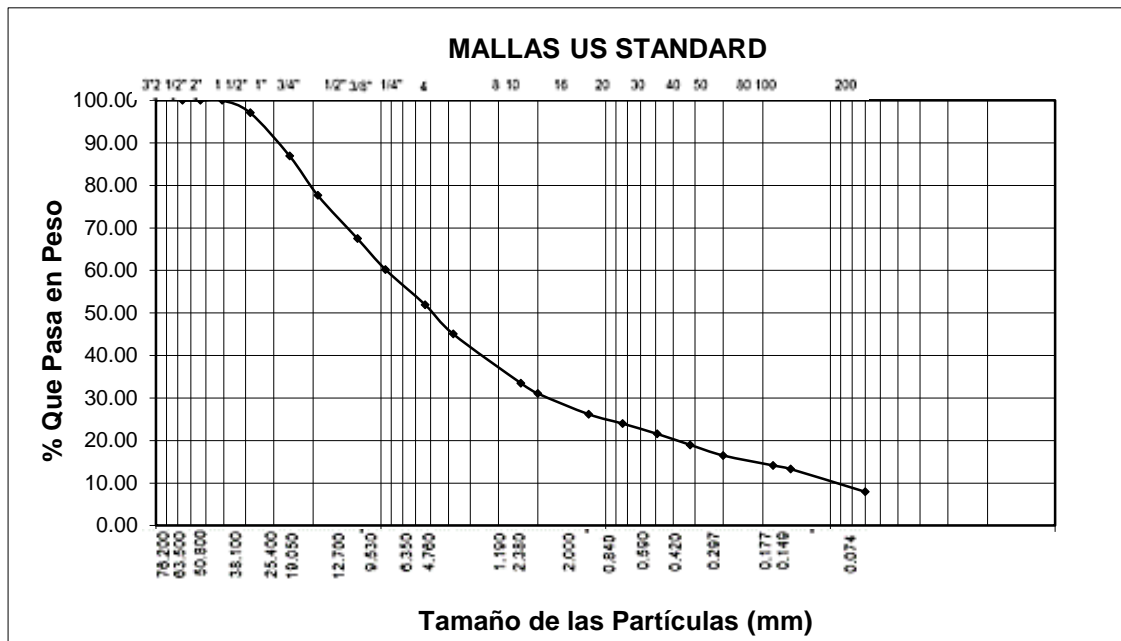


Figura 15. Curva granulométrica del material de la subrasante

Tabla 10. Resultados de la granulometría del material de la subrasante

Material	Gravas	Arenas	Finos
Cantidad	54.96%	37.12%	7.92%

Fuente: Elaboración Propia

B. Análisis Granulométrico para material utilizado en la cama de arena

A continuación, se muestra la Curva granulométrica del material utilizado en la cama de arena, según método de FULLER, la misma que demuestra que el material cumple con la granulometría requerida, puesto que se encuentra dentro de los rangos que indica el huso granulométrico correspondiente.

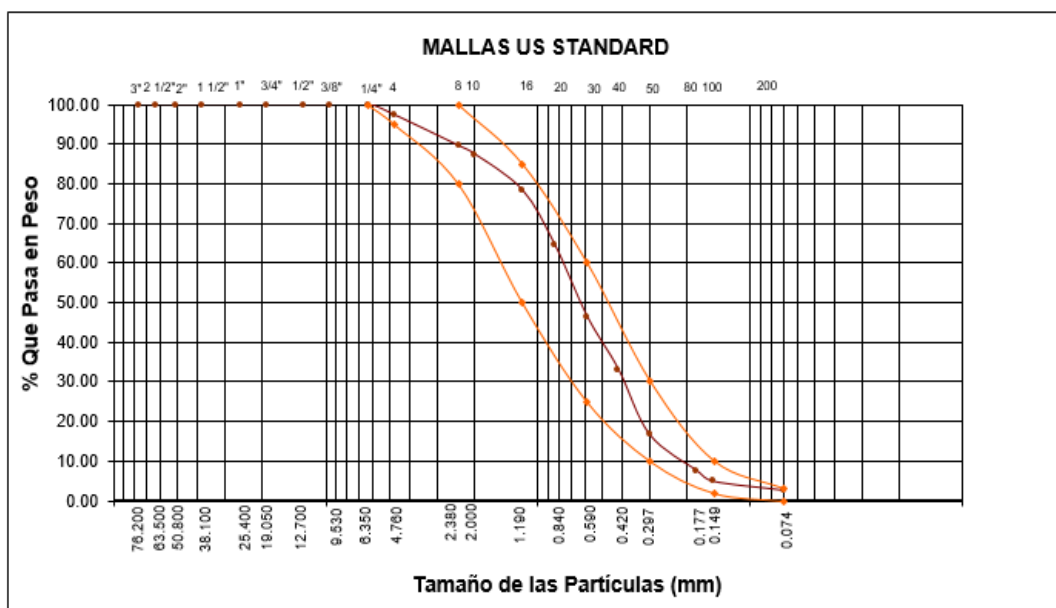


Figura 16: Curva granulométrica del material utilizado en la cama de arena

Tabla 11. *Resultado de la granulometría del material utilizado en la cama de arena*

Material	Arena	Finos
Cantidad	83.25%	2.66%
Módulo de Fineza	2.67	

Fuente: Elaboración Propia

C. Clasificación de suelos según AASHTO Y SUCS

A continuación, se muestran los resultados del material de la subrasante según métodos AASHTO y SUCS.

Tabla 12. *Resultado de la Clasificación según método AASHTO*

Clasificación AASHTO		
Granulometría	Gravas	54.96%
	Arenas	37.12%
	Finos	7.92%
Límites de Atterberg	LL=	18.23
	LP=	14.29
	IP=	3.94
Clasificación	A - 1 - a	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. *Resultado de la Clasificación según método SUCS*

Clasificación SUCS		
Granulometría	Gravas	54.96%
	Arenas	37.12%
	Finos	7.92%
Límites de Atterberg	LL=	18.23
	LP=	14.29
	IP=	3.94
Clasificación	GW-GM, gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo.	

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.4. *Determinación del Límite Líquido de los suelos*

Se trabajó de acuerdo a la norma MTC E 110 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.

A continuación, mostramos el procedimiento que se tomó en cuenta para la obtención de resultados en dicho ensayo:

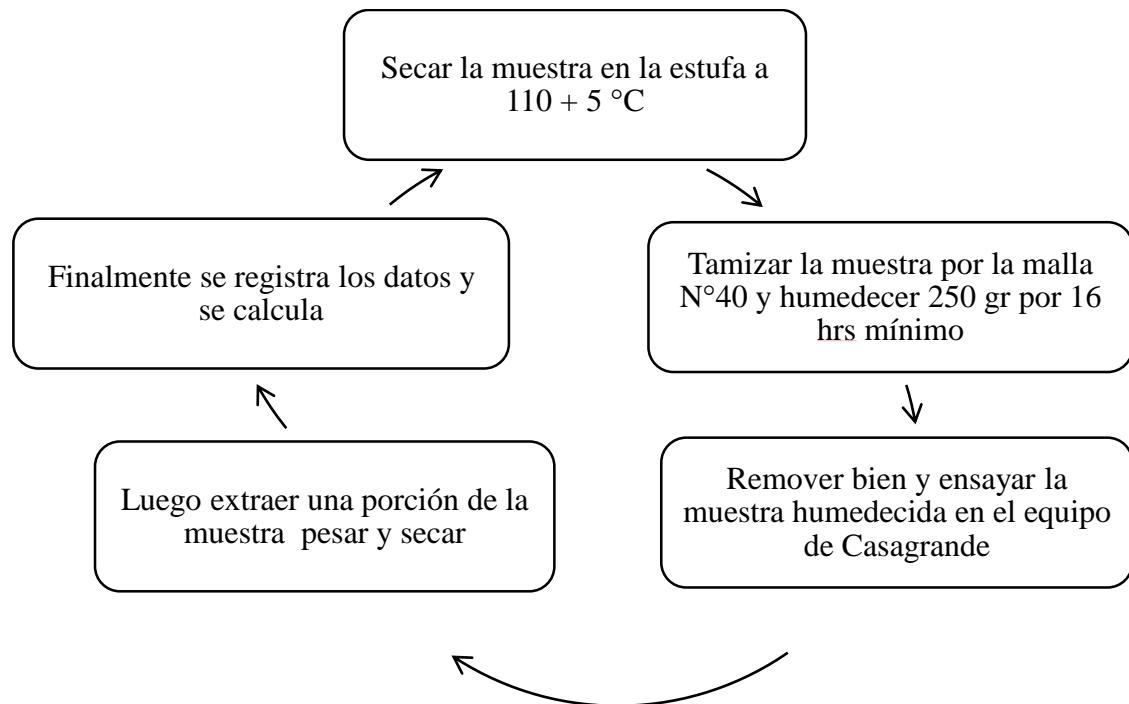


Figura 17. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el Limite Liquido



Figura 18. Tamizado del material en la malla N°40



Figura 19. Determinación del límite líquido en equipo Casagrande

3.6.2.5. *Determinación del Limite Plástico (L.P.) de los suelos e Índice de Plasticidad (I.P.)*

Se trabajó de acuerdo a la norma MTC E 111 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.

A continuación, mostramos el procedimiento que se tomó en cuenta para la obtención de resultados en dicho ensayo:

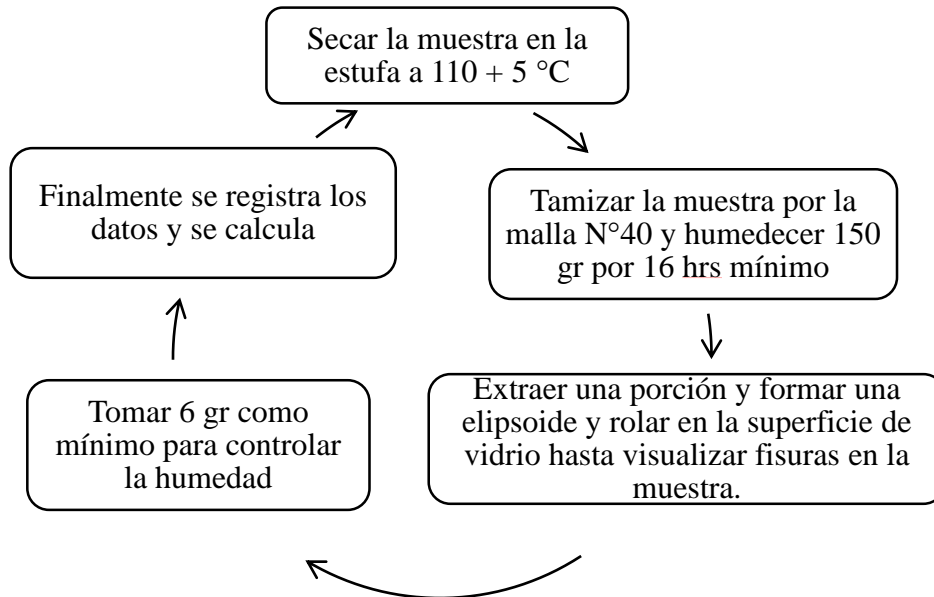


Figura 20. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el Limite Plástico



Figura 21. Moldeando la muestra en elipsoides



Figura 22. Secando las muestras extraídas del límite plástico

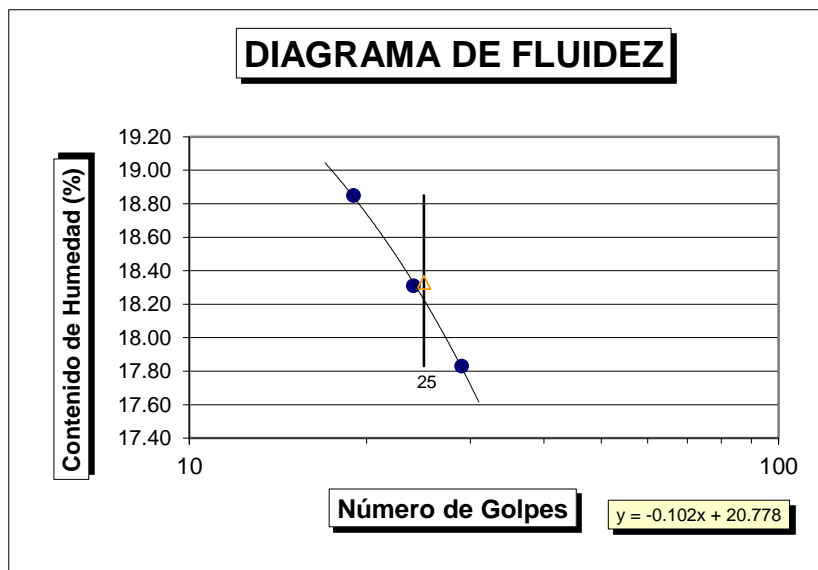


Figura 23. Contenido de humedad vs número de golpes del límite líquido

Tabla 14. *Resultado de los Límites de Atterberg*

Ensayo	Norma	Requerido por Norma	Obtenido
Límite Líquido	MTC E 110	≤ 25	18.23
Límite Plástico	MTC E 111	---	14.29
Índice de Plasticidad	MTC E 111	≤ 6	3.94

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.6. *Compactación del suelo en el laboratorio utilizando una energía modificada*

(Proctor Modificado)

Se trabajó de acuerdo a la norma MTC E 115 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.

A continuación, mostramos el procedimiento que se tomó en cuenta para la obtención de resultados en dicho ensayo:

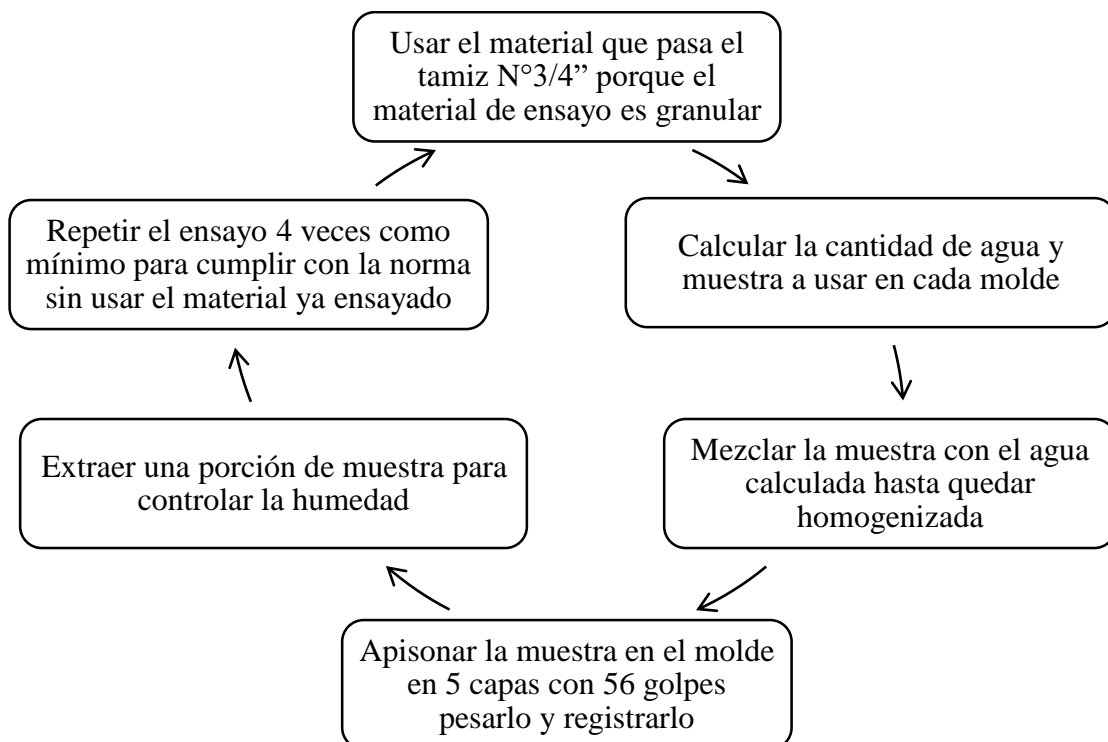


Figura 24. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar Proctor Modificado



Figura 25. Homogenización de los materiales para compactar



Figura 26. Compactar y registrar el peso del espécimen ensayado

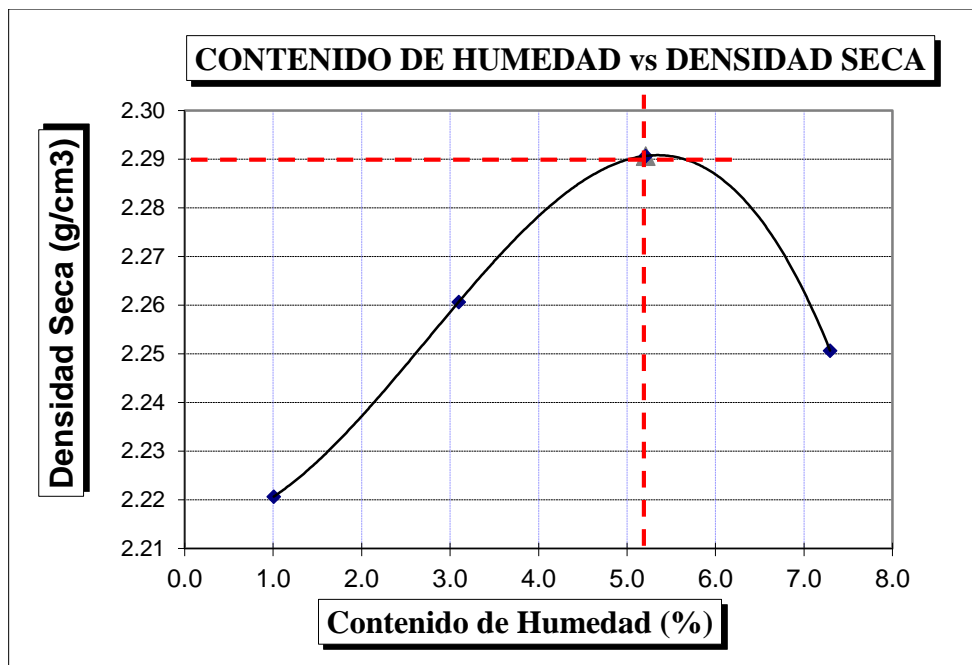


Figura 27. Curva de compactación del material de base

Tabla 15. *Resultado del ensayo Proctor Modificado*

Humedad (%)	Densidad gr/cm ³
1.01	2.22
3.10	2.26
5.21	2.29
7.30	2.25

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.7. CBR de suelos (Laboratorio)

Se trabajó de acuerdo a la norma MTC E 132 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.

A continuación, mostramos el procedimiento que se tomó en cuenta para la obtención de resultados en dicho ensayo:

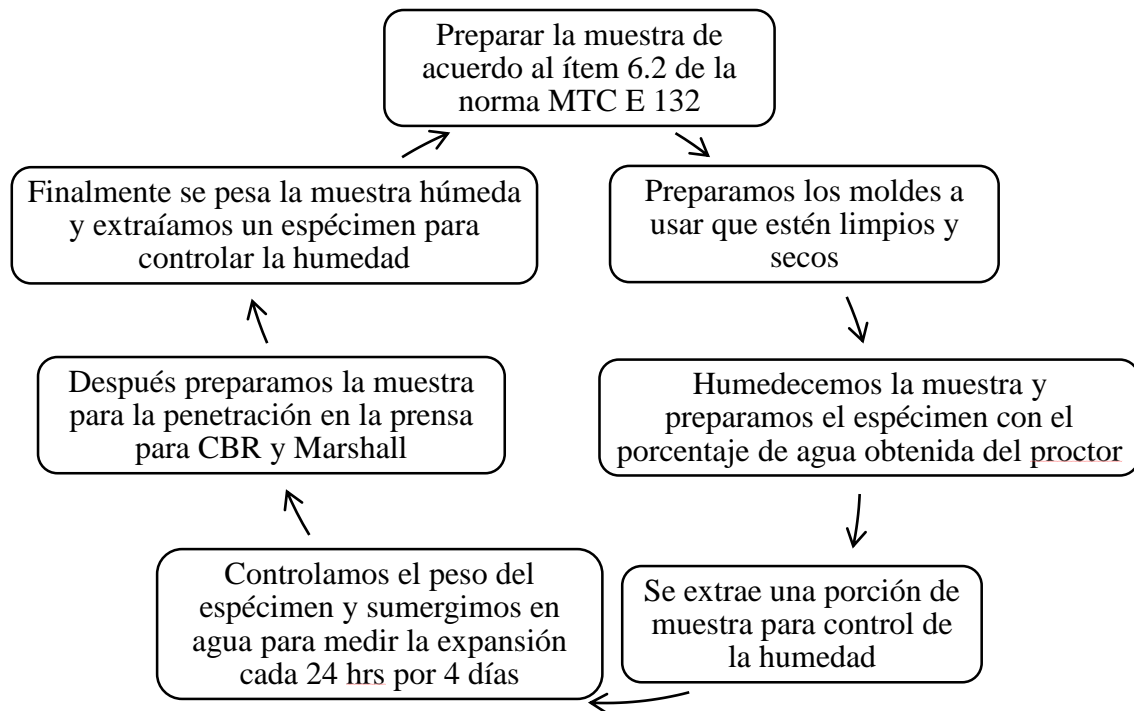


Figura 28. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el CBR



Figura 29. Preparación y compactación de la muestra



Figura 30. Control de expansión del suelo



Figura 31. Penetración de la muestra, con la prensa para CBR, después de ser sumergida.



Figura 32. Tomar un espécimen para controlar la humedad de la muestra sumergida

Tabla 16. *Resultado del CBR al 100 %*

Ensayo	Norma	Especificado por norma	Obtenido
CBR (Laboratorio)	MTC E 132	80 % mín.	92.70

Fuente: Elaboración Propia

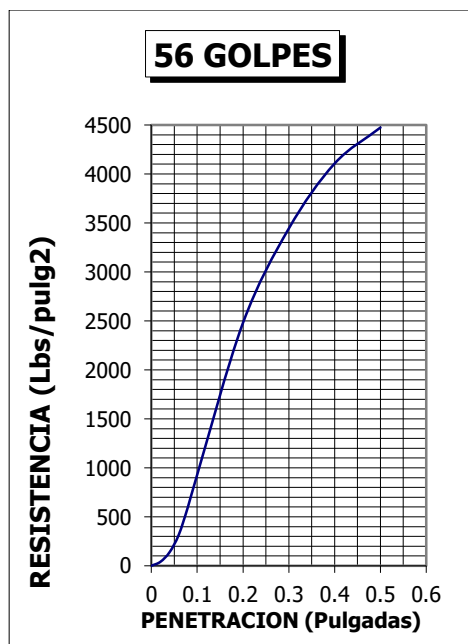


Figura 33. Curva CBR a los 56 golpes

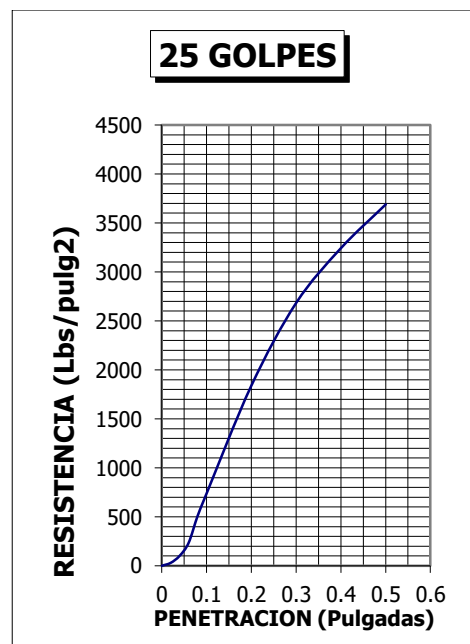


Figura 34. Curva CBR a los 25 golpes

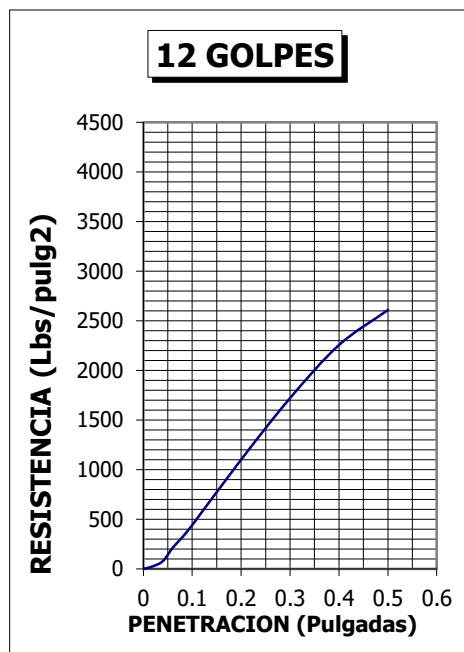


Figura 35. Curva CBR a los 12 golpes

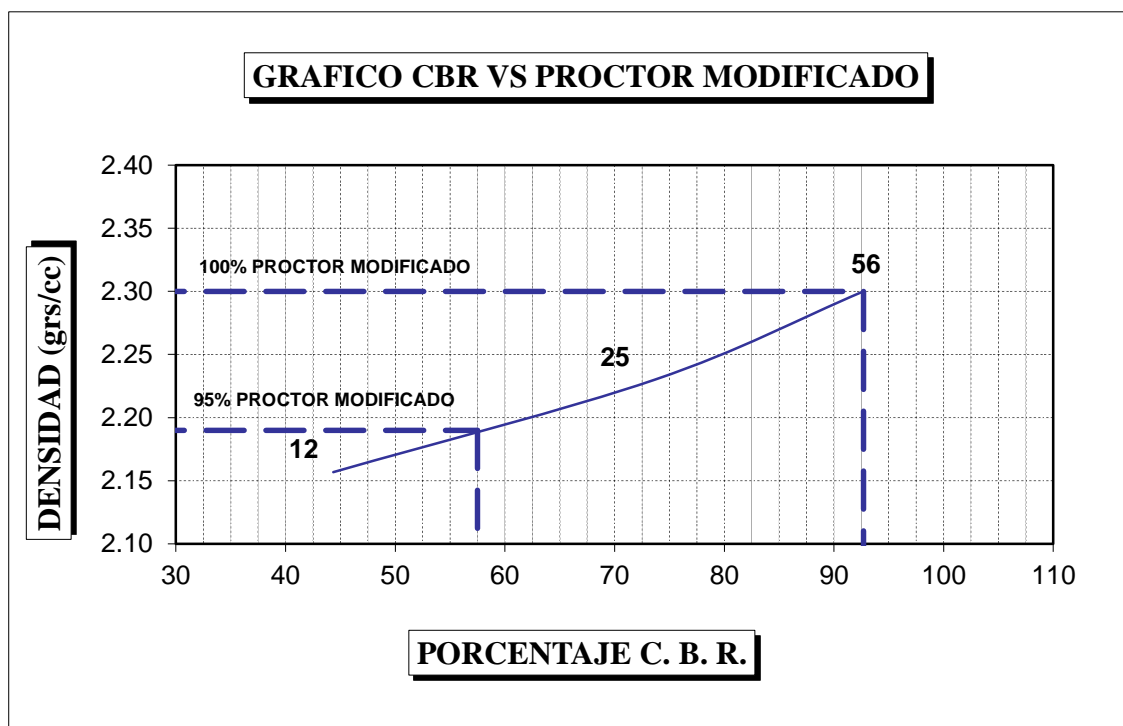


Figura 36. Curva de CBR vs Proctor

3.6.2.8. Abrasión los Ángeles

Se trabajó de acuerdo a la norma MTC E 207 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica esta norma.

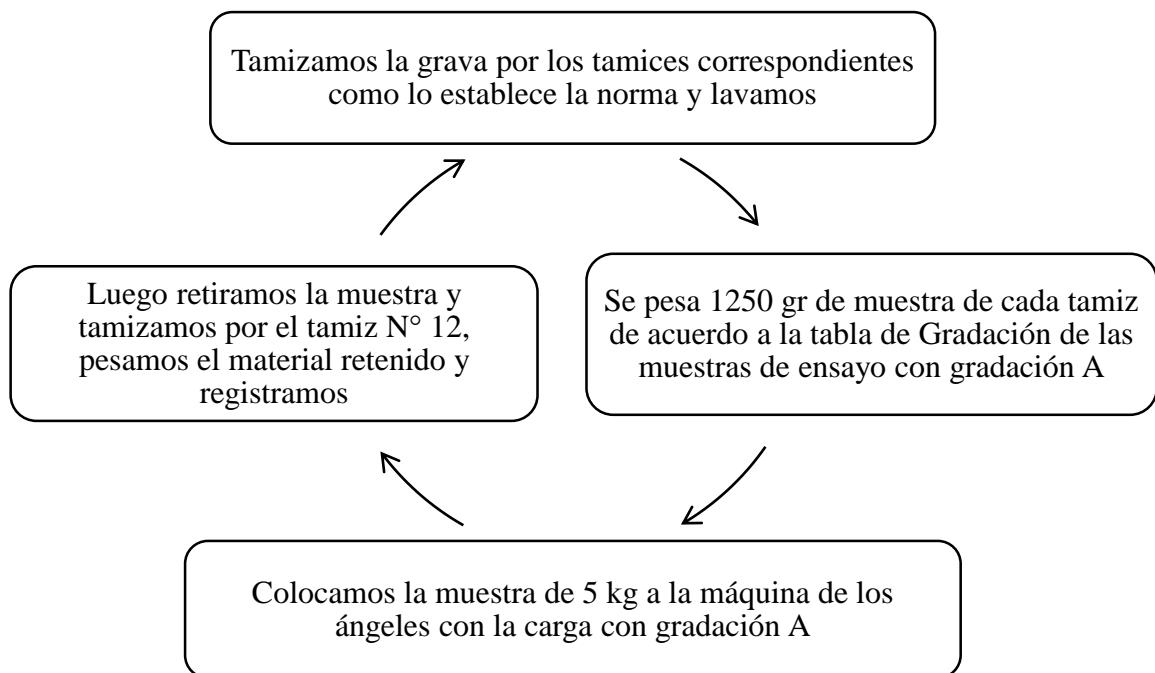


Figura 37: Diagrama de flujo del procedimiento para determinar la abrasión de los ángeles



Figura 38: Separación de la grava del material fino



Figura 39: Tamizar y pesar el peso correspondiente para la gradación

Tabla 17. *Resultado del ensayo Abrasión los Ángeles*

Ensayo	Norma	Especificado por Norma	Obtenido
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	40 % máx.	18%

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.9. Método de ensayo estándar para el valor Equivalente de Arena de suelos y agregado fino

Se trabajó de acuerdo a la norma MTC E 114 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.

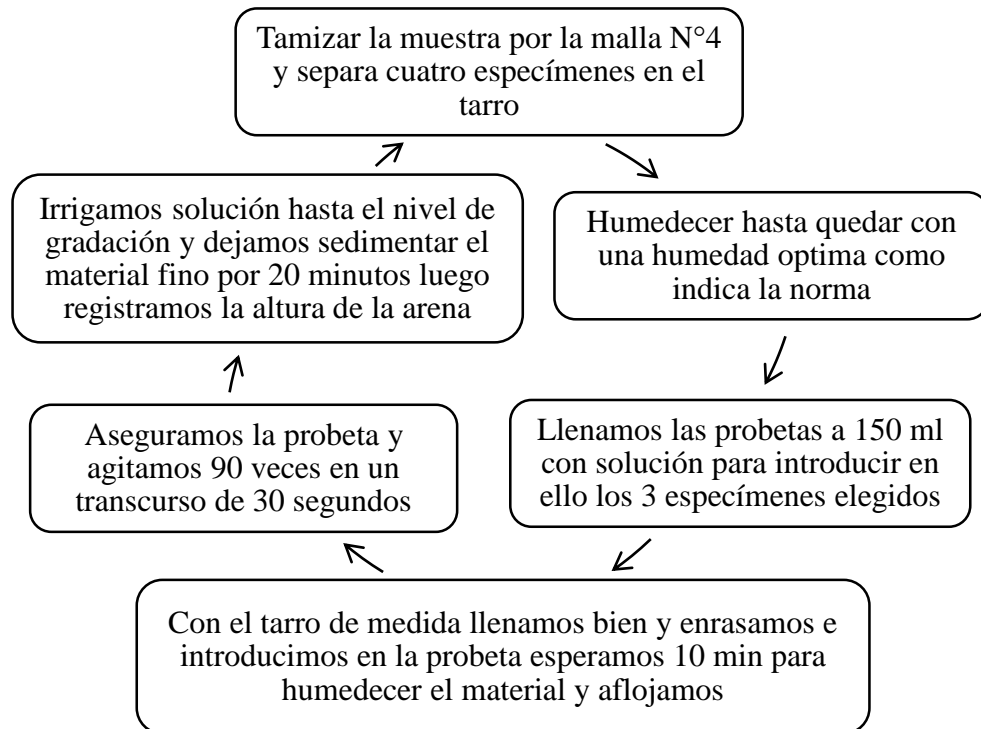


Figura 40. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el equivalente de arena



Figura 41. Inmersión del espécimen en la probeta de medición



Figura 42. Medición de altura de la arena

Tabla 18. *Resultados del Equivalente de Arena*

Ensayo	Norma	Especificado por norma	Obtenido
Equivalente de arena	MTC E 114	35 % mín.	41 %

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.10. Adoquines de Concreto para Pavimentos

Se ha tomaron tres unidades como muestra para determinar su resistencia a compresión y verificar que estos cumplan con lo especificado en la norma NTP 399.611

Tabla 19. *Resultados de la resistencia a la compresión de adoquines*

N° de Muestras	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)
A	20	10.00	197.0	861.0	87,798	445.7	
B	20	10.00	197.0	790.5	80,609	409.2	424.8
C	20	10.00	197.0	810.8	82,679	419.7	

Fuente: Elaboración Propia

Luego de realizar los ensayos se verificó que los bloques utilizados si cumplían con los rangos establecidos en la norma NTP 399.611

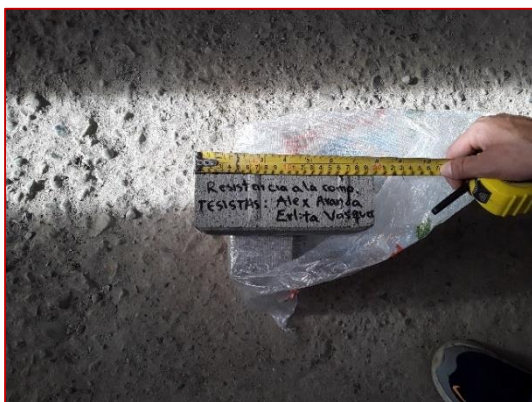


Figura 43. Adoquines de muestra a ser ensayados.



Figura 44. Resultado de la resistencia a la compresión del adoquín de concreto

3.6.2.11. Resumen de resultados de los ensayos en laboratorio

Tabla 20. Resultados de ensayos vs requerido por normativa

ENSAYOS	NORMA	REQUERIDO	OBTENIDO
Agregado Fino (Arena)-Módulo de Fineza	NTP 400.037	2.3 a 3.1	2.67
Determinación de Límite Líquido de los suelos	MTC E 110	$\leq 25\%$	18.23%
Índice de Plasticidad	MTC E 111	$\leq 6\%$	3.94%
Clasificación de Suelos	ASHTO	---	A-1-a
CBR de Laboratorio	MTC E 132	80% mín.	92.70%
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	40 % máx.	18%
Equivalente de Arena de Suelos y Agregado Fino	MTC E 114	35 % mín.	41%
Adoquines de Concreto para Pavimentos	NTP 399.611	380 kg/cm ²	424.8 kg/cm ²

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3. Diseño del pavimento

3.6.3.1. Base granular

Se considerará un estrato de 28 cm del mismo material de subrasante, puesto que el firme del terreno pertenece a un suelo A-1-a según clasificación AASTHO, con un CBR de 92.7 %, superando a lo especificado en el Catálogo de Estructuras de Pavimentos de Adoquín con Base Granular del Manual de Carreteras - 2013, Sección Suelos y Pavimentos, el mismo que indica que para un terreno con CBR >30% y con un intervalo de 3000001 – 5000000 de ejes equivalentes (Tp7) la base granular debería ser de 28 cm, por lo que se concluye que se cumple con lo estipulado en dicha Norma.

3.6.3.2. Carpeta de Rodadura

La carpeta de rodadura estará conformada por los bloques de concreto (adoquines), las juntas de arena y la cama de soporte; se utilizaron adoquines de tipo II según norma NTP 399.611 de uso para tránsito vehicular ligero de 424.8 kg/cm² de esfuerzo a la rotura, la arena de junta pasa el tamiz N° 8 para que se logre ubicar con facilidad en la junta de 3 mm en el pavimento convencional y de 5mm para junta de mezcla asfáltica.

A) Cama de arena

Se consideró arena que pase el tamiz N° 3/8" hasta el tamiz N° 100, tal como lo especifica la norma MTC EG – 2013 (Tabla 440 – 01), se colocó sobre la capa superior compactada y enrasada de la base granular hasta alcanzar una altura de 4.5cm y con un contenido de humedad del 5%. Se utilizaron guías de 5cm ubicadas al mismo nivel y en diferentes partes y con el apoyo de una regla niveladora se procedió a enrasar y a nivelar.

B) Espesor de Juntas

El espesor de junta que se trabajó para el modelo de pavimento adoquinado convencional fue de acuerdo a la normatividad que exige el manual de carreteras EG-2013, sección 440, por lo mismo se consideró un ancho de junta de 3mm que es el espesor del elemento separador del adoquín, asegurándose que durante la instalación éste quede totalmente pegado al adoquín vecino. Mientras que para el modelo de pavimento con juntas de mezcla asfáltica se trabajó con una junta de 5mm con el objetivo de obtener una mejor trabajabilidad al momento de insertar la mezcla asfáltica en las juntas, y además porque la dimensión de la arena utilizada en la junta unido a la emulsión catiónica de quiebre lento CSS – 1H que tiene una viscosidad en un rango de 25 a 100s a una temperatura de 25°C según características técnicas que esta presenta, facilita la trabajabilidad de la misma.

3.6.4. Construcción de Pavimentos

Son aquellos trabajos indispensables que sin importar el tipo de pavimento se ejecutaron.

3.6.4.1. Pavimento con juntas de mezcla asfáltica

A) Excavación y compactación de la sub-rasante

Luego de realizar los ensayos de mecánica de suelos, se determinó que el suelo en estudio tenía una clasificación AASHTO A1-a (0), SUCS GW-GM, el mismo que corresponde a un suelo de muy buena a excelente calidad como subrasante, según Norma Técnica Peruana 339.134,1999, en base a estos resultados se determinó que no era necesario mejorar la subrasante ni agregar una sub base con material de préstamo para la conformación de la estructura del pavimento, puesto que el terreno de fundación contaba con el mismo tipo de suelo que la norma exige.

Por lo antes expuesto, para la ejecución del pavimento a escala real, se excavo un área de 7 m2 a una profundidad de 40 cm para luego compactarla al nivel necesario.



Figura 45. Replanteo del perímetro de área a excavar



Figura 46. Excavación del área de 7 m² para el modelo real del pavimento

Después de 7 días de haber sido construida la estructura de confinamiento, se procedió a enrasar y a compactar la superficie del suelo (subrasante) que se encontraba a 40 cm con referencia al nivel de terreno natural, asegurándose de que esta quede totalmente uniforme y con pendiente de 3% por temas netamente de evacuación fluvial, dicha compactación se realizó con la ayuda de un equipo vibro compactador, cabe mencionar que en los vértices resulto difícil compactar con este equipo por lo que se utilizó un martillo manual hecho de concreto de considerable peso, el mismo que se lo dejaba caer cuantas veces sea necesario hasta lograr una compactación uniforme.

a. Ensayo del cono de arena

Se trabajó de acuerdo a la norma MTC E 117 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.



Figura 47. Remoción del material del hoyo de ensayo en la sub-rasante



Figura 48. Colocación de arena calibrada en el hoyo para luego registrar su peso

Tabla 21. *Resultado del Ensayo de arena de la Sub-Rasante*

Ensayo	Muestra	Norma	Especificado por Norma	Obtenido
Método del cono de arena	M1	MTC E 117	>95%	99%
Método del cono de arena	M2	MTC E 117	>95%	98%

Fuente: Elaboración Propia

B) Estructura de Confinamiento

Siendo esta una parte fundamental de un pavimento de adoquines, se prestó cuidado especial durante su construcción, primero por que rodea y encaja los adoquines no permitiendo el arrastre de los mismos a consecuencia del tránsito vehicular y el arrastre por la escorrentía superficial y segundo porque protege de una posible fracturación de los bloques si se encontraran expuestos al libre tránsito.

a. Encofrado

Una vez compactada y nivelada la subrasante a 40 cm del nivel de terreno natural y a una pendiente del 3%, se adecuo el terreno de fundación para la estructura de confinamiento, para ello se excavo 18 cm más que el nivel superior de la base a un ancho real de 15 cm. Posteriormente se habilitó madera para el encofrado respectivo de dicha estructura en todo su perímetro.



Figura 49. Adecuar el lugar para encofrado del confinamiento



Figura 50. Encofrado del confinamiento

b. Llenado o Vaciado del Concreto

Se trabajó con una dosificación de concreto de 210 kg/cm², una vez obtenida la mezcla se procedió al vaciado de concreto en las áreas correspondientes, asegurándose de que al momento del vaciado no se generen cangrejas puesto éstas podrían ser el inicio de una falla del pavimento al momento que éste entre en uso, por ello se realizó una vibración uniforme en toda el área de la estructura de confinamiento.



Figura 51. Mezcla de agregados que generan concreto fresco



Figura 52. Vibrado del confinamiento para evitar las cangrejas de la estructura

Nota 1. Se considera confinamiento externo al que está conformado en general por el bordillo de una banqueta, un bordillo contra una zona verde o un bordillo a ras, al lado de otro tipo de pavimento.

c. Desencofrado

Pasadas las 24 horas de haber vaciado la mezcla de concreto para la construcción de la estructura de confinamiento, se procedió a desencofrar dicha estructura, teniendo especial cuidado al momento de hacerlo con el objetivo de no deteriorar las aristas. Posteriormente se procedió al curado del concreto con el fin de que este no se agriete mientras la estructura llegue a su tiempo límite de fraguado.



Figura 53. Desencofrado del confinamiento

C) Conformación y compactación de la base

Una vez compactada y nivelada la sub-rasante con una pendiente de 3 % (para el drenaje) según diseño geométrico de la vía, se conformó la capa de base con material de las mismas características de la subrasante, puesto que éste cumple perfectamente con las especificaciones del material para base granular, con un espesor constante de 28 cm en toda el área del pavimento, en tres capas de 9 cm.



Figura 54. Compactación de la capa de base granular

Cabe mencionar que para la conformación de la última subcapa se consideró un espesor de 9.5 cm con el único objeto de dejar un sobre alto de 0.5 cm en relación a los elementos de borde, los mismos que se perdieron al momento de la compactación inicial de los adoquines. Puesto que se trabajó con bloques de 8 cm y un espesor de cama de arena de 4 cm.

a. Ensayo del Cono de Arena

Se trabajó de acuerdo a la norma MTC E 117 del Manual de Ensayos de Materiales con los materiales y procedimientos que indica.



Figura 55. Remoción del material del hoyo de ensayo en la sub-rasante



Figura 56. Pesado del material natural del hoyo

Tabla 22. *Ensayo in-situ de la Capa de Base Granular*

Ensayo	Muestra	Norma	Especificado por Norma	Obtenido
Método del Cono de Arena	M1	MTC E 117	>95%	101%
Método del Cono de Arena	M2	MTC E 117	>95%	101%

Fuente: Elaboración Propia

D) Conformación de la Cama de Arena

Se consideró arena que pase el tamiz N° 3/8" al tamiz N°100, tal como lo especifica la norma MTC EG – 2013 (Tabla 440 – 01), se colocó sobre la capa superior compactada y enrasada de la base granular a una altura de 4.5cm y con un contenido de humedad del 5%. Se utilizaron guías de 4.5 cm ubicadas al mismo nivel y en diferentes partes y con el apoyo de una regla niveladora se procedió a enrasar y a nivelar.



Figura 57. Puesta de material (cama de arena)



Figura 58. Nivelación de la cama de arena

E) Instalación de adoquines

Una vez enrasada y nivelada la cara superficial de la cama de arena, se dio paso a la instalación de los bloques (adoquines), para ello en primera instancia se trabajó en base a un patrón de colocación y alineamiento, optando por una disposición en “espina de pescado” a 45° referente al eje longitudinal de tránsito, esta disposición se justifica, según estudios realizados, con el fin de reducir la incidencia de arrastre del adoquín y una mejor distribución de la carga de los neumáticos a las capas de la estructura del pavimento.

Las piezas de adoquín se ubicaron en la cama de arena, directamente donde se preveía que iría cada adoquín (ver imagen 59, 60), evitando asentar el adoquín primero y posteriormente arrastrarlo contra los adoquines vecinos, ya que se arrastraría arena lo que impediría obtener la junta requerida o de diseño. Cabe mencionar que el espesor de junta con el que se trabajo es de cinco milímetros con el fin de no tener inconvenientes al momento de construir la junta de sello.



Figura 59. Empalme de los Adoquines de Concreto



Figura 60. Instalación de adoquines de Concreto en toda el área de confinamiento

a. Ajuste de Adoquines

Posteriormente a la colocación de los adoquines dentro de la zona de confinamiento, se procedió a colocar las piezas de ajuste en los espacios que quedaron libres junto a la estructura de confinamiento, dichas piezas de ajuste fueron confeccionadas con los mismos adoquines cumpliendo en su ubicación con el mismo alineamiento o diseño del resto del pavimento.

Cabe mencionar que para lograr un buen acabado en el corte y con el fin de garantizar un buen comportamiento de las piezas de ajuste, éstas se cortaron con disco de corte diamantado con dimensiones 3mm más pequeños que el espacio disponible, para de este modo lograr unir el pavimento a la estructura de confinamiento a través de una junta de sello, de la manera más adecuada.



Figura 61. Corte de las piezas para los ajustes del pavimento



Figura 62. Ubicación de las piezas de ajustes en toda la plataforma del pavimento

b. Compactación de adoquines

Terminada la etapa de ajuste de piezas se procedió a pasar la compactadora para Enrasar la capa de los adoquines corrigiendo cualquier irregularidad en su espesor y/o colocación.

Cabe resaltar que la etapa de compactación de los adoquines nos permitió:

- ✓ Enrasar la capa de los adoquines corrigiendo cualquier irregularidad en su espesor y/o colocación.
- ✓ Compactar la cama de arena de asiento de los adoquines
- ✓ Iniciar el llenado parcial de las juntas desde la cama de arena de asiento hacia arriba y con ello el amarre de los adoquines

F) Sellado de Juntas con Mezcla Asfáltica

Una vez fijados y compactados los adoquines en el lugar correspondiente, y obtenida la mezcla asfáltica de acuerdo a las especificaciones técnicas, se dio paso al sellado de juntas, para ello nos aseguramos que las aristas y las superficies laterales del adoquín estén totalmente limpias, para luego sobre ellas, pasar una película de emulsión asfáltica con el objeto de que ésta funcione como imprimante y así lograr una mejor adherencia entre el adoquín y la mezcla asfáltica.

Posteriormente, se aplicó la mezcla asfáltica la cual fue apisonada con un utensilio de madera trabajado y adaptado a la forma y espesor de la junta de modo que permita introducir la mezcla asfáltica con facilidad y así lograr una compactación firme libre de espacios vacíos, pues de aparecer dichos espacios vacíos servirían como puntos de inicio para procesos de erosión de la junta y como consecuencia de ello, el daño prematuro del pavimento.

Al mismo tiempo que la junta era compactada, nos asegurábamos que esta quede totalmente enrasada y a nivel del biselado de los adoquines para posteriormente pasar una lamina de emulsión asfáltica sobre ella aportándole mayor consistencia al asfalto y así evitar el contacto directo de la mezcla asfáltica en las juntas con la escorrentía superficial.



Figura 63. Compactación de la mezcla asfáltica en las juntas del pavimento



Figura 64. Sellado de junta con una película de Asfalto puro

3.6.4.2. Pavimento Convencional (con juntas de arena)

Cabe mencionar que para la construcción de este tipo de pavimento se trabajó en paralelo a la construcción del pavimento con junta de mezcla asfáltica, además de trabajarlo en la misma plataforma de los 10m² de excavación, empleando solo 4m² como muestra para la construcción de este pavimento.

A) Instalación de los Adoquines

Una vez enrasada y nivelada la cara superficial de la cama de arena, se dio paso a la instalación de los adoquines de concreto, para ello en primera instancia se trabajó en base a un patrón de colocación y alineamiento, optando por una disposición en “espina de pescado” a 45° referente al eje longitudinal de tránsito, esta disposición permite, según lo indican estudios previos, reducir la incidencia de arrastre del adoquín, además que distribuye mejor la carga de los neumáticos a las capas de la estructura del pavimento.

Las piezas de adoquín se ubicaron en la cama de arena, directamente donde se preveía que iría cada adoquín (ver imagen 65), evitando asentar el adoquín primero y posteriormente arrastrarlo contra los adoquines vecinos, ya que se arrastraría arena lo que impediría obtener la junta requerida o de diseño..



Figura 65. Ubicación de los adoquines con junta de arena

B) Compactación inicial de adoquines

En esta etapa se procedió a compactar los adoquines ya dispuestos sobre la cama de arena, con la plancha vibradora en direcciones diferentes, se inició por recorrer toda el área del pavimento en una dirección antes de recorrerla en la dirección contraria, cuidando siempre traslapar cada recorrido con el anterior para evitar posibles escalonamientos.

Cabe resaltar que con la ejecución de esta etapa nos permitió:

- ✓ Enrasar la capa de los adoquines corrigiendo cualquier irregularidad en su espesor y/o colocación.
- ✓ Compactar la cama de arena de asiento de los adoquines
- ✓ Iniciar el llenado parcial de las juntas desde la cama de arena de asiento hacia arriba y con ello el amarre de los adoquines

C) Sellado de juntas con arena

Para el sellado de juntas se utilizó arena que cumpla con las características que especifica la norma establecida en el RNE CE 010 (Anexo F) y el MTC EG-13 SECCION 440 (pavimentos de adoquines de concreto o piedra)

Proceso Constructivo:

Su instalación inicio con el esparcir de la arena sobre los adoquines, formando una capa delgada que no cubra totalmente la carpeta de rodadura (adoquines), asegurándose que esta esté totalmente seca, luego se barrió repetidamente y en diferentes direcciones, tantas veces como sea necesario para que la arena penetre en la junta, este proceso se realizó antes, simultáneamente y al final de cada pasada del equipo vibro compactador, de manera que las juntas queden totalmente llenas.



Figura 66. Sellado de juntas con arena

D) Compactación Final y Limpieza del Adoquinado

Esta compactación se realizó con el objeto de proporcionarle firmeza al pavimento, al igual que en la compactación inicial se trabajó con el mismo equipo plancha compactadora pero esta vez con mayor cuidado, primero a compactar en diferentes direcciones cuidando siempre traslapar cada recorrido con el anterior para evitar escalonamientos, segundo verificar que no haya arena sobre el adoquín pues ésta daría lugar a que se formen protuberancias que podría ocasionar el asentamiento de los adoquines al momento de pasar el equipo vibro compactador y por último se eliminó el sobrante de arena ubicada entre los bordes biselados de los adoquines y las juntas, con el respectivo cuidado de no afectar el sello de juntas.



Figura 67. Limpieza final del pavimento



Figura 68. Compactación final del pavimento

IV. RESULTADOS

4.1. Escorrentía Superficial

Se evaluaron ambos pavimentos en relación con la escorrentía superficial, para ello se sometió al pavimento al flujo superficial de agua mediante una estructura de 25cm de ancho en toda la longitud del pavimento en dirección al flujo vehicular (tal como se aprecia en la figura 69), el procedimiento consistió en autorregular el libre pase del agua a alturas de 10, 15, 20 cm de lámina canalizada de forma rectangular, los resultados se tomaron después de someter a prueba por 1 hora de flujo constante por 3 veces al día, este procedimiento se aplicó a ambos pavimentos durante 3 meses de evaluación.

Cabe mencionar que esta evaluación se realizaba periódicamente después de exponer al libre tránsito dichos pavimentos por un periodo de 7 días consecutivos, luego se sometía a prueba de escorrentía superficial dichos pavimentos.



Figura 69. Sistema para la prueba de escorrentía superficial



Figura 70. Suministro de agua para las pruebas de escorrentía

4.1.1. Escorrentía Superficial con 10cm de Precipitación

➤ Velocidad de flujo de agua:

$$V = 0.9\text{m/s (Velocidad de flujo obtenida con equipo correntómetro)}$$

Nota: La velocidad de flujo de agua a la que se someta el pavimento es directamente proporcional al caudal de prueba y a la pendiente del pavimento, cuanto mayor sean estas variables, mayores serán los resultados adversos que ocasione la escorrentía superficial (pendiente del pavimento $S = 3\%$)

- **Caudal de prueba:** depende directamente del ancho efectivo de evaluación ($A_e=10\text{ cm}$)

$$Q = V \cdot A$$

Dónde: V = Velocidad de flujo

A = Área efectiva de flujo

$$Q = 0.9\text{ m/s} * (0.25\text{m} * 0.1\text{m}) = \mathbf{0.0225\text{ m}^3/\text{s}}$$

Pavimento con Junta de Mezcla Asfáltica: la junta se muestra intacta después de la prueba.



Figura 71. Velocidad del agua con un lamina de 10 cm



Figura 72. Altura del fluido para evaluar la junta de mezcla asfáltica

Pavimento con Junta de Arena: se generó desprendimiento de las partículas de arena en las juntas del 15% al 20% esto comprende a que durante la prueba se erosionó 0.242 kg de arena.

El procedimiento consistió en volver a sellar las juntas que fueron afectadas por la escorrentía superficial, de tal forma que permita determinar la cantidad de arena remplazada



Figura 73. Lámina de agua de 10 cm



Figura 74. Junta convencional afectada por el paso de escorrentía superficial

4.1.2. Escorrentía Superficial con 15cm de Precipitación

- Velocidad de flujo de agua:

$$V = 1.1\text{m/s (Velocidad de flujo obtenida con equipo correntómetro)}$$

Nota: La velocidad de flujo de agua a la que se someta el pavimento es directamente proporcional al caudal de prueba y a la pendiente del pavimento, cuanto mayor sean estas variables, mayores serán los resultados adversos que ocasione la escorrentía superficial (Pendiente del pavimento $S = 3\%$).

- Caudal de prueba: depende directamente del ancho efectivo de evaluación ($A_e = 15 \text{ cm}$)

$$Q = V \cdot A$$

Dónde: V = Velocidad de flujo

A = Área efectiva de flujo

$$Q = 1.1 \text{ m/s} \cdot (0.25 \text{ m} \cdot 0.15 \text{ m}) = \mathbf{0.04125 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Pavimento con Junta de Mezcla Asfáltica: la junta se muestra intacta después de la prueba.



Figura 75. Flujo de escorrentía superficial con una lámina de 15 cm



Figura 76. Junta de mezcla asfáltica intacta luego del paso de escorrentía superficial

Pavimento con Junta de Arena: se generó desprendimiento de las partículas de arena en las juntas del 20% al 30% esto comprende a que durante la prueba se erosionó 0.346 kg de arena.

El procedimiento consistió en volver a sellar las juntas que fueron afectadas por la escorrentía superficial, de tal forma que permita determinar la cantidad de arena remplazada



Figura 77. Velocidad del flujo con una lámina de agua de 15 cm



Figura 78. Junta de arena afectada por la escorrentía superficial

4.1.3. Escorrentía Superficial con 20cm de Precipitación

- Velocidad de flujo de agua:

$V = 1.3 \text{ m/s}$ (Velocidad de flujo obtenida con equipo correntómetro)

Nota: La velocidad de flujo de agua a la que se someta el pavimento es directamente proporcional al caudal de prueba y a la pendiente del pavimento, cuanto mayor sean estas variables, mayores serán los resultados adversos que ocasione la escorrentía superficial. (Pendiente del pavimento $S = 3\%$)

- Caudal de prueba: depende directamente del ancho efectivo de evaluación ($A_e = 20 \text{ cm}$)

$$Q = V \cdot A$$

Dónde: V = Velocidad de flujo

A = Área efectiva de flujo

$$Q = 1.3 \text{ m/s} \cdot (0.25 \text{ m} \cdot 0.20 \text{ m}) = \mathbf{0.065 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Pavimento con Junta de Mezcla Asfáltica: la junta se muestra intacta después de la prueba.



Figura 79. Velocidad del flujo con una lámina de 20cm



Figura 80. Flujo con una lámina de 20cm

Pavimento con Junta de Arena: se generó desprendimiento de las partículas de arena en las juntas del 30% al 40% esto comprende a que durante la prueba se erosionó 0.484 kg de arena.

El procedimiento consistió en volver a sellar las juntas que fueron afectadas por la escorrentía superficial, de tal forma que permita determinar la cantidad de arena remplazada



Figura 81. Flujo de agua con una lámina de 20cm



Figura 82. Junta de arena muy afectada por la escorrentía superficial

4.1.4. Evacuación de Aguas Pluviales

Debido a que en la ciudad de Jaén no existen sistemas de evacuación de aguas pluviales en casi la totalidad de las viviendas, el efecto que ocasiona la escorrentía superficial es mucho mayor, puesto que estas aguas son evacuadas directamente a la calle mediante tubería y caída libre desde el techo de las viviendas. En efecto, esto hace que el caudal aumente conforme avanza su recorrido en las calles y con ello se incrementen los efectos destructivos de la escorrentía superficial en pavimentos, así como también se dan lugar a severas inundaciones en las partes bajas de la ciudad.

Frente a esta realidad, como parte del presente trabajo de investigación, tanto el pavimento con junta de mezcla asfáltica y el pavimento con junta de arena fueron sometidos a prueba de la acción de flujo de agua en caída libre desde una altura de 6m con el objetivo de medir resultados y comparar los daños.

El procedimiento consistió en simular la evacuación de aguas pluviales acumuladas en el techo de una vivienda con altura promedio de la ciudad de Jaén. Para ello nos aseguramos de lograr la altura requerida y desde allí dar paso a la caída libre del agua mediante una tubería de 2" a flujo completo y con dirección exacta en las juntas, simultáneamente se tomaban datos de lo que ocurría en cada pavimento, llegando a la siguiente conclusión:

Pavimento con Junta de Mezcla Asfáltica: la junta no se ve afectada de ninguna manera, durante el tiempo de evaluación.



Figura 83. Simulación de caída de agua pluvial de 6m de altura sobre las juntas de mezcla asfáltica



Figura 84. Junta de mezcla asfáltica intacta después de la prueba de caída libre del agua

Pavimento con Junta de Arena: se genera remoción de las partículas de arena, llegando a erosionar la junta en un 40%.



Figura 85. Simulación de caída de agua pluvial de 6m de altura sobre las juntas de arena






Figura 86. Junta de arena erosionada en un 40 % aproximadamente

4.2. Aplicación de Carga Vehicular para evaluar las Juntas de Mezcla Asfáltica

Una vez pasado los 15 días de haber construido el pavimento con juntas de mezcla asfáltica, se apertura al libre tránsito vehicular. Los vehículos de prueba que se utilizaron fueron de tipo C2, C3 y un 8X4. Cabe mencionar que el pavimento se construyó en una vía de acceso principal a una cantera, por las mismas condiciones que estaba expuesta a que vehículos pesados transiten acarreando material, llegando a transitar en repetidas veces maquinaria pesada como camiones totalmente cargados.

Tabla 23. Vehículos de prueba con Pesos Máximos Permitidos

Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehículos	Peso máximo (Tn)		> Carga en (Tn)
		Eje delantero	Eje Posterior	
C2		7	11	11
C3		7	9+9	18
8x4		7+7	9+9	18

Fuente: Elaboración Propia



Figura 87. Aplicación de carga vehicular de camión de prueba tipo C2



Figura 88. Aplicación de carga vehicular con camión de prueba tipo C3

4.2.1. Evaluación de Grietas

La evaluación se hizo con el apoyo de un instrumento llamado grietómetro, inmediatamente después del paso de los vehículos. Se observó y se tomó dato de la dimensión de grieta que se generaba en la estructura. A continuación, mostramos los resultados para cada vehículo de prueba.

4.2.1.1. Vehículo de Diseño Tipo C2

Para el vehículo de diseño tipo C2 se evaluó resultados referentes al eje posterior puesto que es el que transmite mayor peso, llegando a transmitir 11 toneladas en dicho eje. Los resultados se obtuvieron inmediatamente después de haber pasado el vehículo, repitiéndose este procedimiento por tres semanas consecutivas. Obteniendo resultados favorables para la investigación puesto que no se generaron fallas en todo el tiempo de prueba.



Figura 89. Juntas sin agrietarse al paso de los vehículos tipo C2

4.2.1.2. Vehículo de Diseño Tipo C3

Para el vehículo de diseño tipo C3 se evaluó resultados referentes al eje posterior puesto que es el que transmite mayor peso, llegando a transmitir 18 toneladas en dicho eje. Los resultados se obtuvieron inmediatamente después de haber pasado el vehículo, repitiéndose este procedimiento por tres semanas consecutivas (4ta, 5ta y 6ta semana). Obteniendo como resultados grietas de hasta 0.4 mm que se generaron en todo el tiempo de prueba.



Figura 90. Grieta de 0.4 mm después del paso del vehículo tipo C3

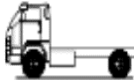


4.2.1.3. Vehículo de Diseño Tipo 8x4

Para el vehículo de diseño tipo 8x4 se evaluó resultados referentes al eje posterior puesto que es el que transmite mayor peso, llegando a transmitir 18 toneladas en dicho eje. Los resultados se obtuvieron inmediatamente después de haber pasado el vehículo, repitiéndose este procedimiento por tres semanas consecutivas (7ta, 8va y 9na semana). Obteniendo como resultados grietas de hasta 0.5 mm que se generaron en todo el tiempo de prueba.



Figura 91. Grieta de 0.5 mm después del paso del vehículo tipo 8x4

Tabla 24. *Dimensión de grietas de acuerdo a la carga aplicada*

Configuración Vehicular	Descripción Grafica de los Vehículos	Peso máximo (Tn) Eje delantero	Eje Posterior	> Carga aplicada	GRIETA(mm)
C2		7	11	11	No presenta
C3		7	9+9	18	0.4
8x4		7+7	9+9	18	0.5

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Beneficios Técnicos y Económicos

Se realizó el Análisis Técnico – Económico al proyecto: “Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad en la Calle Jorge Chavez de la Urbanizacion Mirasol II del Sector Nuevo Horizonte, Provincia de Jaén - Cajamarca”, dicho proyecto contempla la construcción de un pavimento rígido, para tal efecto se propone la construcción de un pavimento adoquinado con juntas de mezcla asfáltica y otro con juntas de arena con el objeto de comparar costos y determinar los beneficios que se hubieran obtenido si se hubiera tomado en cuenta su construcción.

Tabla 25. *Inversión económica para cada tipo de pavimento.*

PROYECTO	TIPO	GASTO DE INVERSIÓN	DIFERENCIA ECONOMICA CON RESPECTO AL RÍGIDO
	Pavimento Rígido	S/393,669.63	---
“Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad en la calle Jorge Chávez de la Urb. Mirasol II del Sector Nuevo Horizonte”	Pavimento Articulado		
	(Adquinado)	S/363,616.85	S/30,052.78
	Convencional		
	Pavimento Articulado		
	(Adquinado) con Juntas de Mezcla Asfáltica	S/369,210.90	S/24,458.73

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Resumen de Resultado

Tabla 26. *Resumen de Resultados*

Escorrentía Superficial			
Tipo de Pavimento	Caudal m ³ /s	Tiempo de evaluación (meses)	Resultado
Pavimento con Juntas de Mezcla Asfáltica	0.0225	3	No presenta erosión de junta
	0.0413	3	No presenta erosión de junta
	0.0650	3	No presenta erosión de junta
Pavimento Convencional con juntas de arena	0.0225	3	Erosión de junta en un 15% a 20%
	0.0413	3	Erosión de junta en un 20% a 30%
	0.0650	3	Erosión de junta en un 30% a 40%
Agua Pluvial			
Tipo de Pavimento	Altura (m)	Tiempo de evaluación (meses)	Resultado
Pavimento Mezcla Asfáltica	6	3	No presenta falla
Pavimento Convencional	6	3	Erosión de un 40% de la junta
Carga Vehicular – Prueba del Grietómetro			
Vehículo	C2	C3	8x4
Grieta (mm)	No presenta	0.4	0.5
Análisis Técnico Económico			
Tipo de Pavimento	Presupuesto Total	Diferencia Económica	Diferencia Económica en %
Pavimento Rígido	S/ 393,669.63	---	---
Pavimento Articulado Convencional	S/ 363,616.85	S/30,052.78	8%
Pavimento Articulado Junta de Mezcla Asfáltica	S/ 369,210.90	S/24,458.73	6%

Fuente: Elaboración Propia

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se discutirán resultados obtenidos como medio de prueba de nuestra investigación, tanto del pavimento adoquinado convencional y el pavimento de junta de mezcla asfáltica, luego de haberlos sometido a prueba de escorrentía superficial y carga vehicular de uso.

5.1. Resistencia a la Escorrentía Superficial de la Junta de Mezcla Asfáltica

Con el método de pavimento con juntas de mezcla asfáltica que se plantea como alternativa de solución frente a los efectos destructivos de la escorrentía superficial, se mejoraría notablemente la durabilidad de estos pavimentos, puesto que al no haber remoción del material de la junta, por ende, se eliminaría o al menos se mitigaría el riesgo que el pavimento sufra deterioros parciales o totales. Al impermeabilizar el pavimento se está garantizando el buen funcionamiento de la subrasante en suelos de alta plasticidad y de baja capacidad de drenaje.

5.2. Resistencia a la Carga Vehicular de la Junta de Mezcla Asfáltica

Debido a que el pavimento en estudio no presento grietas durante la evaluación para un vehículo tipo C2 podemos asegurar la implementación y/o construcción de este pavimento con juntas de mezcla asfáltica puesto que el vehículo de diseño máximo de transito común en el pavimento de la calle Jorge Chávez de la ciudad de Jaén es de tipo C2.

5.3. Evaluación Técnica - Económica

Por otro lado, resulta económicamente factible la construcción de un pavimento adoquinado con junta de mezcla asfáltica, comparado a un pavimento adoquinado convencional en condiciones similares, debido a que su presupuesto se incrementa sólo en un aproximado del 2%, según análisis técnico económico de un proyecto ejecutado en la calle Jorge Chávez en la ciudad de Jaén, 2019; pero con la diferencia, a favor del pavimento con juntas de mezcla asfáltica, que garantiza un mayor tiempo de vida útil y un menor costo de mantenimiento.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Al someter a escorrentía superficial el pavimento con juntas de mezcla asfáltica no se generó erosión de la junta en ningún lado del pavimento, logrando de este modo incrementar la resistencia al 100% de la junta.
- Durante la escorrentía superficial que se aplicó al pavimento articulado convencional se generó desprendimiento de partículas de arena de las juntas, llegando a erosionar dichas juntas en un promedio del 30% al 40% en diferentes partes del pavimento para la prueba máxima de un flujo con espesor de lámina de 20 cm y a una velocidad de 1.3 m/s.
- El pavimento con juntas de mezcla asfáltica presentó respuestas favorables durante la prueba de carga de uso para un vehículo tipo C2, puesto que no se generaron grietas, mientras que para los vehículo de prueba tipo C3 y 8X4 se generan grietas mínimas de 0.4 mm y 0.5 mm respectivamente.
- Al impermeabilizar el pavimento con la incorporación de mezcla asfáltica, se garantiza el buen funcionamiento de la subrasante en suelos con alta plasticidad y baja capacidad de drenaje, permitiendo de este modo prolongar el tiempo de vida útil de un pavimento articulado convencional en terrenos que presenten dichas características.
- Resulta económicamente factible la construcción de un pavimento adoquinado con junta de mezcla asfáltica comparada a un pavimento adoquinado convencional en condiciones adecuadas, debido a que su presupuesto se incrementa en un aproximado del 2%, según análisis técnico - económico realizado a un proyecto ejecutado en la calle Jorge Chávez de la ciudad de Jaén, 2019.

6.2. Recomendaciones

- Adicionalmente a la incorporación de mezcla asfáltica en las juntas, se debe incorporar una lámina de emulsión asfáltica con el objetivo de mejorar la impermeabilidad del pavimento y la adherencia entre la mezcla asfáltica y el adoquín.
- Se debe realizar mantenimientos periódicos en las juntas de sello para evitar fallas parciales o totales del pavimento a consecuencia del arrastre de sedimentos y/o partículas durante el flujo vehicular.
- Para optimizar el sellado de juntas con mezcla asfáltica del pavimento en estudio, se debe considerar un ancho igual o mayor a 5 mm para dichas juntas.
- Considerar la construcción de sistemas de drenajes pluviales dentro de un diseño de pavimento con junta de mezcla asfáltica, que permitan evacuar el agua proveniente de lluvias, desbordes de canales, acequias, etc. y de este modo se prolongue la vida útil del pavimento.
- Considerar la utilización de un dispositivo que permita el sellado de juntas a presión controlada

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armijos, V. F. (2011). Estudio del Diseño Estructural y Constructivo de Pavimentos Articulados en Base a Bloques de Asfalto. (*Tesis de Magister*). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Bahamondes, R., Echaveguren, T., & Vargas, S. (2013). Análisis de métodos de diseño de pavimentos de adoquines de hormigón. *Revista de la Construcción*, 12(3), 17-26.
- Cantero, L., & Mendez, D. (2003). Analisis y Evaluación de las Características Geometricas de los Pavimentos de Adoquin en las vías Rurales de Nicaragua. (*Tesis de maestria*). Universidad Nacional de Ingenieria, Managua.
- Caxi, A. K. (2017). Generación de escorrentía, disponibilidad de agua y usos del suelo. *Generación de escorrentía, disponibilidad de agua y usos del suelo*. Joose Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.
- CENEPRED. (2014). *Manual rara la Evaluación de Riesgos Originados por Inundaciones Fluviales*. LIMA: Dirección de Gestión de Procesos Subdirección de Normas y Lineamientos.
- Cieza, D. H. (2015). Comportamiento Mecánico de Baldosas de Concreto Estampado, una Nueva Alternativa para Pavimentos Articulados. (*Tesis para Pregardo*). Uiversidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Coronado, J. (2002). *Manual Centro americano para Diseño de Pavimentos*. Estados Unidos: SIECA.
- Higuera, C. (2010). Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del deflectómetro de impacto. *Facultad de Ingenieria- UPTC*, 18(26), 73-92.
- Higuera, C. H. (2011). *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras*. Tunja: Uptc.
- ICCG. (2016). *Guia de Instalación de Adoquines de concreto*. Guatemala: ICCG.
- Laursen, G., & Linderberg, J. (Marzo de 2017). La planificación Subterránea urbana y la Semana de la Dirección, SUBURBANO 13-16 2017. *Procedia Engineering*, 209(2017), 104-118.
- MTC. (2013). *Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos*. Lima: MTC.

- MTC. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima: MTC.
- MTC-EG. (2013). *Especificaciones Técnicas para la Construcción (EG)*. Lima: MTC.
- Nazarko, J., Radziszewski, P., Ebkowska, K., Ejdys, J., Gudanowska, A., Halicka, K., . . . Kilon, J. (2015). Foresight Study of Road Pavement Technologies. *Procedia Engineering*, 122(2015), 129-136.
- NTP 399.611. (2010). *Adoquines de Concreto para Pavimentos*. Lima: INDECOPI.
- Pacheco, O. F., & Higuera, C. H. (2010). Patología de Pavimentos Articulados. *Ingenierias Universidad de Medellin*, 9(17), 76-93.
- Palacios, E. E. (2016). Determinación de la Tasa de Infiltración de los Pavimentos de Adoquines en el Casco Urbano de la Ciudad de Piura. (*TESIS DE PREGRADO*). UNIVERSIDAD DE PIURA, PIURA.
- Pérez, J. (2007). Las Variables en el Método Científico. *Sociedad Química del Perú*, 73(3), 171-177.
- RNE, N. C. (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Megabyte.
- Rondón, H. A. (07 de Mayo de 2009). Deformación Permanente de Materiales Granulares en Pavimentos Flexibles: Estado del Conocimiento. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8(14), 71-94.
- Salazar, J. (2011). Guía para la Realización de Ensayos y Clasificación de Asfaltos, Emulsiones Asfálticas y Asfaltos Rebajados según el Reglamento Técnico Centroamericano. *Materiales y Métodos*, Volumen 1.
- Tingal, W. (2013). Comparación entre el Diseño de Pavimento Tradicional (Aashto) y el Diseño con Geomalla en la Pavimentación de la Av. Salomón Vélchez Murga de la Ciudad de Cutervo. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Zegarra, J. L., Santos, B. J., & Carvalho, M. (Marzo de 2015). Esguerramiento en Pavimentos de Bloques de Suelo-Cemento: un Bordaje Experimental. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 16(1), 35-47.

DEDICATORIA

A Dios;

Por darme la salud y la sabiduría de enfocar en terminar mis metas trazadas

A mis padres;

Cresencio a mi madre Bernardina en el cielo que se convirtió en el ángel de mi guarda que me ha guiado y motivado a seguir adelante por más obstáculos que se presenten en la vida.

A mis hermanos;

Sergio Vásquez Cayao, por brindarme todo el apoyo moral y económico siempre cuanto pudo a quien le estaré eternamente agradecida, y también a Alciviades, Américo, María Zela, Margarita e Ismeria a todos ellos que me mostraron apoyo moral que me inspiraron confianza de luchar siempre.

Y en general a mi familia y amigos que han participado y apoyado en mi educación universitaria.

ERLITA

A mis padres;

Misael y Yuli, personas excepcionales que confiaron siempre en mis deseos de superación, brindándome su amor y apoyo incondicional para cumplir mis metas en esta etapa de mi vida.

A mis hermanos;

Derci, Alber, Diana y Liset, por su constante apoyo durante mi formación profesional

A mis familiares y amigos que desde el inicio de mi formación profesional estuvieron de mi lado, y a los que en el trayecto de esta etapa de mi vida se sumaron con su apoyo incondicional, a todos ellos dedico este muy importante logro de mi vida.

ALEX JUNIOR

AGRADECIMIENTO

A dios por brindarnos la salud y sabiduría para cumplir con nuestras metas trazadas en el trayecto de nuestras vidas

A todos los docentes de nuestra Universidad Nacional de Jaén, que formaron parte de nuestra formación profesional siendo los mentores que impartieron sus conocimientos en todos los ciclos académicos.

A nuestro asesor, el ingeniero Wilmer Rojas Pintado por la disposición de su tiempo y su buen profesionalismo en cada etapa de este proyecto.

Y de manera especial al ingeniero Luis Meléndez Tuesta y a todo el equipo técnico de la empresa Magma S.A.C. por brindarnos su orientación y apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto.

ANEXOS

LIMITES DE ATTERBERG

NORMA MTC E 110 - E 111

SOLICITANTE : ERLITA VÁSQUEZ CAYAO - ALEX JUNIOR ARANDA ROMAN
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA ESCORRENTIA SUERFICIAL DE PAVIMENTOS ADOQUINADOS CON MEZCLA ASFÁLTICA, JAÉN 2019
TRAMO : VÍA DE ARENERA OCAÑA
UBICACIÓN : YANUYACU - PROVINCIA JAÉN - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
MUESTRA : BASE GRANULAR
CALICATA : C-01
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2019

COORD: ESTE: 747909
NORTE: 9373576
COTA (msnm): 577

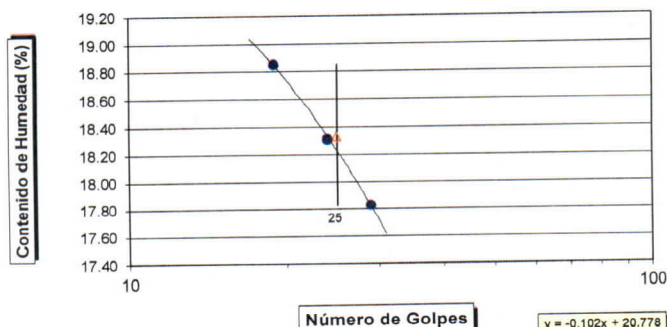
LIMITE LIQUIDO

	Nº DE MUESTRA :	M-01	Nº DE MUESTRA :	
	PROFUNDIDAD :		PROFUNDIDAD :	
.- Ensayo Nº			---	---
.- Nº de Golpes	29	24	19	---
.- Recipiente Nº	40	41	1	---
.- Peso Suelo Húmedo + Tar (g)	25.38	28.26	31.08	---
.- Peso Suelo Seco + Tara (g)	22.51	24.88	27.17	---
.- Tara (g)	6.41	6.42	6.43	---
.- Peso del Agua (g)	2.87	3.38	3.91	---
.- Peso del Suelo Seco (g)	16.10	18.46	20.74	---
.- Contenido de agua (%)	17.83	18.31	18.85	---

LIMITE PLASTICO

	Nº DE MUESTRA :	M-01	Nº DE MUESTRA :	
	PROFUNDIDAD :		PROFUNDIDAD :	
.- Ensayo Nº	---	---	---	---
.- Recipiente Nº	17	---	---	---
.- Peso Suelo Húmedo + Tar (g)	12.92	---	---	---
.- Peso Suelo Seco + Tara (g)	12.11	---	---	---
.- Tara (g)	6.44	---	---	---
.- Peso del Agua (g)	0.81	---	---	---
.- Peso del Suelo Seco (g)	5.67	---	---	---
.- Contenido de agua (%)	14.29	---	---	---

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



L.L.

L.P.L.

I.P.

MUESTRA Nº	
M - 01	---
L.L.	18.23
L.P.L.	14.29
I.P.	3.94

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58121

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA



WILMER ROJAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

ENSAYO DE CONTROL DE HUMEDAD (ASTM D-216 - MTC E 108)

SOLICITA : ERLITA VÁSQUEZ CAYAO - ELEX JUNIOR ARANDA ROMAN
OBRA : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS
ADOQUINADOS CON MEZCLA ASFÁLTICA, JAÉN 2019
TRAMO : VIA ARENERA OCAÑA
UBICACIÓN : YANUYACU - PROVINCIA DE JAÉN - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
MUESTRA : BASE GRANULAR COORD: ESTE: 747909
CALICATA : C-01 NORTE: 9373576
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2019 COTA (msnm) 577

CONTROL DE HUMEDAD

CALICATA	C-01	C-01	C-01		
MUESTRA N°	M-01	M-02	M-03		
RECIPIENTE N°	A	B	C		
1 Peso de la Lata + Suelo Húmedo	980.7	986.6	940.6		
2 Peso de la Lata + Suelo Seco	949.5	955.9	910.9		
3 Peso de la Lata	51.1	53.7	52.5		
4 Peso de agua (1-2)	31.20	30.70	29.70		
5 Peso del suelo seco (2 - 3)	898.40	902.2	858.4		
6 Humedad (4 / 5 *100)	3.47	3.40	3.46		

Observaciones:

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBRÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE CIP 58121

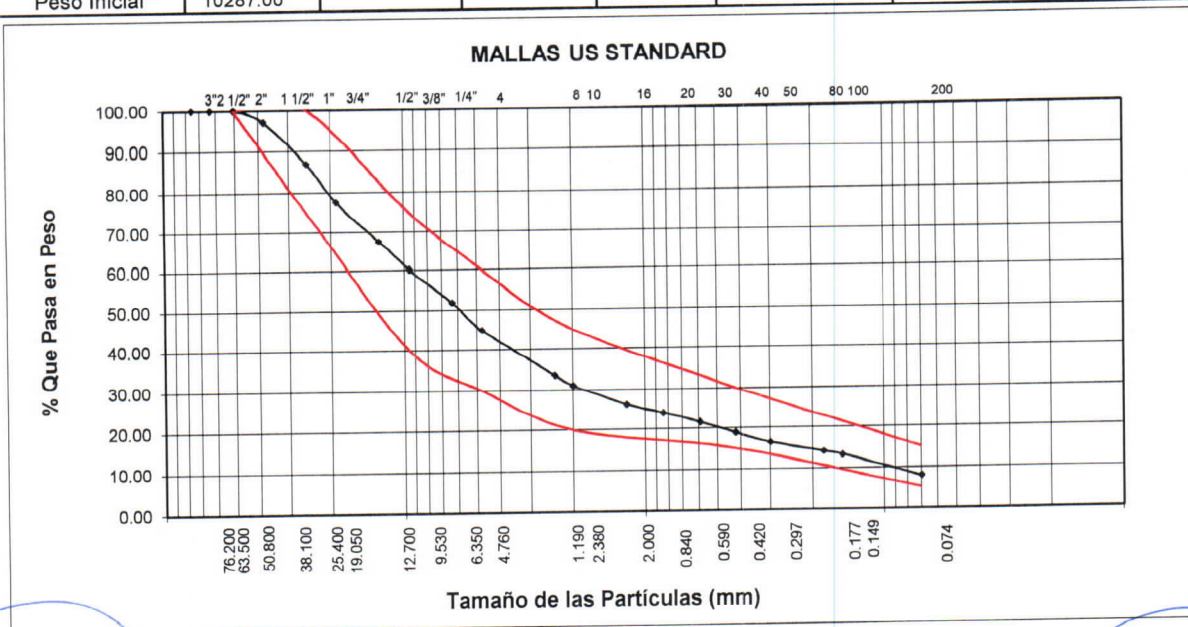


WILMER ROJAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173243

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - TIPO B
NORMA ASTM - D 422 - MTC E 204

SOLICITA : ERLITA VÁSQUEZ CAYAO - ALEX JUNIOR ARANDA ROMAN
OBRA : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ADOQUINADOS CON MEZCLA ASFÁLTICA, JAÉN
: 2019
UBICACIÓN : PROVINCIA DE JAÉN - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
COORD.: ESTE: 747909
NORTE: 9373576
MUESTRA : BASE GRANULAR
COTA (msnm) 577
CALICATA : C-01
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2019

Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.					
3"	76.20					
2 1/2"	63.50					
2"	50.80			100.00	100	GW-GM, gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo.
1 1/2"	38.10	300.00	2.92	97.08		
1"	25.40	1050.00	10.21	86.88	75 - 100	L.L. : 18.23
3/4"	19.05	950.00	9.24	77.64		L.P. : 14.29
1/2"	12.70	1044.00	10.15	67.49		I.P. : 3.94
3/8"	9.53	750.00	7.29	60.20	40 - 75	CLASIFICACION
1/4"	6.35	850.00	8.26	51.94		AASHTO : A - 1 - a
Nº 04	4.76	710.00	6.90	45.04	30 - 60	
Nº 08	2.38	1189.40	11.56	33.48		
Nº 10	2.00	250.40	2.43	31.04	20 - 45	
Nº 16	1.19	500.00	4.86	26.18		OBSERVACIONES:
Nº 20	0.84	226.95	2.21	23.97		MATERIAL PARA BASE GRANULAR
Nº 30	0.59	248.51	2.42	21.56		
Nº 40	0.42	267.24	2.60	18.96	15 - 30	
Nº 50	0.30	255.60	2.48	16.48		
Nº 80	0.18	240.79	2.34	14.14		
Nº 100	0.15	89.20	0.87	13.27		
Nº 200	0.07	550.00	5.35	7.92	5 - 15	
<Nº 200		814.91	7.92	100.00	0.00	
Peso Inicial		10287.00				



MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA



WILMER ROMAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173241

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58121

SOLICITA	: ERLITA VÁSQUEZ CAYAO - ALEX JUNIOR ARANDA ROMAN			
OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ADOQUINADOS CON MEZCLA ASFÁLTICA, JAÉN 2019			
UBICACIÓN	: YANUYACU - PROVINCIA DE JAÉN - DEPARTAMENTO CAJAMARCA			
EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS				
MTC E 114 - ASTM D 2419				
TRAMO	: VIA DE ARENERA OCAÑA	JEFE LABORATORIO Juanito Soberon H.		
MATERIAL	: PARA BASE GRANULAR	ING. RESPONSABLE Luis Melendez T.		
CALICATA	: C-01	COORD.: ESTE: 747909		
MUESTRA	: AGREGADO FINO	NORTE: 9373576		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2019	COTA (msnm) 577		
Tamaño máximo de la muestra : Malla N° 4 (4.75 mm.)				
Probeta N°		1	2	3
Hora de entrada a saturación		17:10	17:12	17:14
Hora de salida de saturación (mas 10")		17:20	17:22	17:24
Hora de entrada a decantación		17:22	17:24	17:26
Hora de salida de decantación (mas 20")		17:42	17:44	17:46
Altura máxima de material fino	pulg.	18.1	17.9	18.2
Altura máxima de la arena	pulg.	7.2	7.1	7.5
Equivalente de Arena	%	40	40	42
Promedio Equivalente de Arena :		41 %		
OBSERVACIONES:				
El valor mínimo permisible es del 35%				

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERON HERRERA
TECNICO LABORATORISTA



WILMER RONAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 194241

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE: CIP 38121

**DENSIDAD IN SITU
METODO DEL CONO DE ARENA
MTC E 117**

DATOS DEL PROYECTO

NOMBRE : Mejoramiento de la resistencia a la escorrentia
: superficial de pavimentos adoquinados, con mezcla
asfáltica, Jaén 2019
UBICACIÓN : Arenera Ocaña - Yanuyacu - Jaén
SOLICITANTE : Aranda Roman Alex Junior y Vasquez Cayao Erlita

DATOS DEL ENSAYO

MATERIAL DE : Sub-rasante
REALIZADO POR : Erlita Vásquez Cayao y Alex Junior Aranda Román
FECHA DE MUESTREO : 24/08/2019 24/08/2019

PRUEBA N°	1	2	
Lugar	Yanuyacu	Yanuyacu	
Lado	Derecha	Eje	
Profundidad (m)	0.18	0.18	
MUETRA			
1. Peso de la bolsa + Suelo Húmedo	4,038.00	3,825.00	
2. Peso de la bolsa (tara)	15.00	15.00	
3. Peso del Suelo Húmedo (1-2)	4,023.00	3,810.00	
4. Peso de la arena + Frasco	6,800.00	6,800.00	
5. Peso de la arena que queda + frasco	2,628.0	2,733.00	
6. Peso de la arena en embudo + base (Calibración)	1,725.00	1,725.00	
7. Peso neto arena en el hueco	2,447.00	2,342.00	
8. Densidad de la arena (Calibración)	1.47	1.47	
9. Volumen del hueco	1,664.63	1,593.20	
10. Peso de la grava secada al aire (Ret 3/4)	1,020.00	825.00	
11. Peso específico de la grava (MTC E 206)	2.60	2.60	
12. Volumen de la grava (10/11)	392.31	317.31	
13. Peso neto del suelo (3-10)	3,003.00	2,985.00	
14. Volumen neto del suelo (9-12)	1,272.32	1,275.89	
15. Densidad del suelo húmedo (13/14)	2.36	2.34	
16. Humedad contenida en el suelo (MTC E 108)	3.60	4.20	
17. Densidad del suelo seco (g/cm3)	2.28	2.26	
18. Máxima densidad determinada en la curva	2.30	2.30	
19. Porcentaje de compactación (17/18)	99%	98%	
20. Porcentaje de compactación especificado	>95%	>95%	

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SORRISON HERRERA
TÉCNICO LABORATORIO



WILMER RONAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58121

ENSAYO C.B.R.

Norma MTC - E 132

SOLICITA : ERLITA VÁSQUEZ CAYAO - ALEX JUNIOR ARANDA ROMAN

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ADOQUINADOS CON MEZCLA ASFÁLTICA, JAÉN 2019

UBICACIÓN : PROVINCIA DE JAÉN - DEPARTAMENTO CAJAMARCA

COORD.: ESTE: 747909

CALIATA : C-01

NORTE: 9373576

MUESTRA : PARA BASE GRANULAR

FECHA: AGOSTO DEL 2019

COTA (msnm) 577

MUESTRA	: PARA BASE GRANULAR		: PARA BASE			
MOLDE N°	4		5		6	
CAPAS N°	5		5		5	
GOLPES POR N° DE CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + Suelo Húmedo (g)	9,224.00	9,292.00	9,090.00	9,128.00	9,102.00	9,226.00
Peso del molde (g)	4,202.00	4,202.00	4,034.00	4,034.00	4,342.00	4,342.00
Peso Suelo Húmedo (g)	5022.00	5090.00	5056.00	5094.00	4760.00	4884.00
Volúmen de suelo (g)	2,086.79	2,086.79	2,160.73	2,160.73	2,104.90	2,104.94
Densidad Humeda (g/cm	2.41	2.44	2.34	2.36	2.26	2.32
Tarro N°	38	2	7	16	39	6
Tarro + Suelo Húmedo (g)	109.26	120.57	102.96	120.68	111.60	129.48
Tarro + Suelo Seco (g)	105.40	114.44	99.00	114.46	107.74	121.31
Agua (g)	3.86	6.13	3.96	6.22	3.86	8.17
Peso del Tarro (g)	26.26	18.42	18.64	18.64	26.96	18.73
Peso del Suelo Seco (g)	79.14	96.02	80.36	95.82	80.78	102.58
% de humedad (%)	4.88	6.38	4.93	6.49	4.78	7.96
Densidad Seca (g/cm	2.30	2.29	2.23	2.22	2.16	2.15

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
22/03/2019	18:00 HRS.	0 hrs	6.540	0.00	0.00	4.36	0.00	0.00	5.52	0.00	0.00
23/03/2019	18:00 HRS.	24 hrs	6.420	-0.120	-0.103	4.25	-0.110	-0.095	5.47	-0.050	-0.043
24/03/2019	18:00 HRS.	48 hrs	6.390	-0.030	-0.026	4.20	-0.050	-0.043	5.34	-0.130	-0.112

PENETRACION

PENETRACION (pulg.)	CARGA ESTANDAR	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
	(lbs/pulg²)	Lectura	lbs	lbs/pulg²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg²	%	Lectura	lbs	lbs/pulg²	%
0.020		0.55	123.6	41.21		0.40	89.92	29.97		0.37	83.179	27.73	
0.040		1.86	418.1	139.38		1.36	305.74	101.91		1.07	240.55	80.18	
0.060		4.23	950.9	316.98		3.12	701.40	233.80		2.86	642.95	214.32	
0.080		8.03	1805.2	601.74		6.78	1524.21	508.07		4.30	966.68	322.23	
0.100	1000	12.37	2780.9	926.96	92.70	9.83	2209.87	736.62	73.66	5.92	1330.9	443.62	44.36
0.200		33.09	7438.9	2479.64		24.54	5516.81	1838.94		14.72	3309.2	1103.06	
0.300		45.95	10330.0	3443.32		35.81	8050.41	2683.47		22.99	5168.4	1722.79	
0.400		54.81	12321.8	4107.26		43.28	9729.73	3243.24		30.12	6771.2	2257.08	
0.500		59.71	13423.3	4474.45		49.24	11069.60	3689.87		34.83	7830.1	2610.03	

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

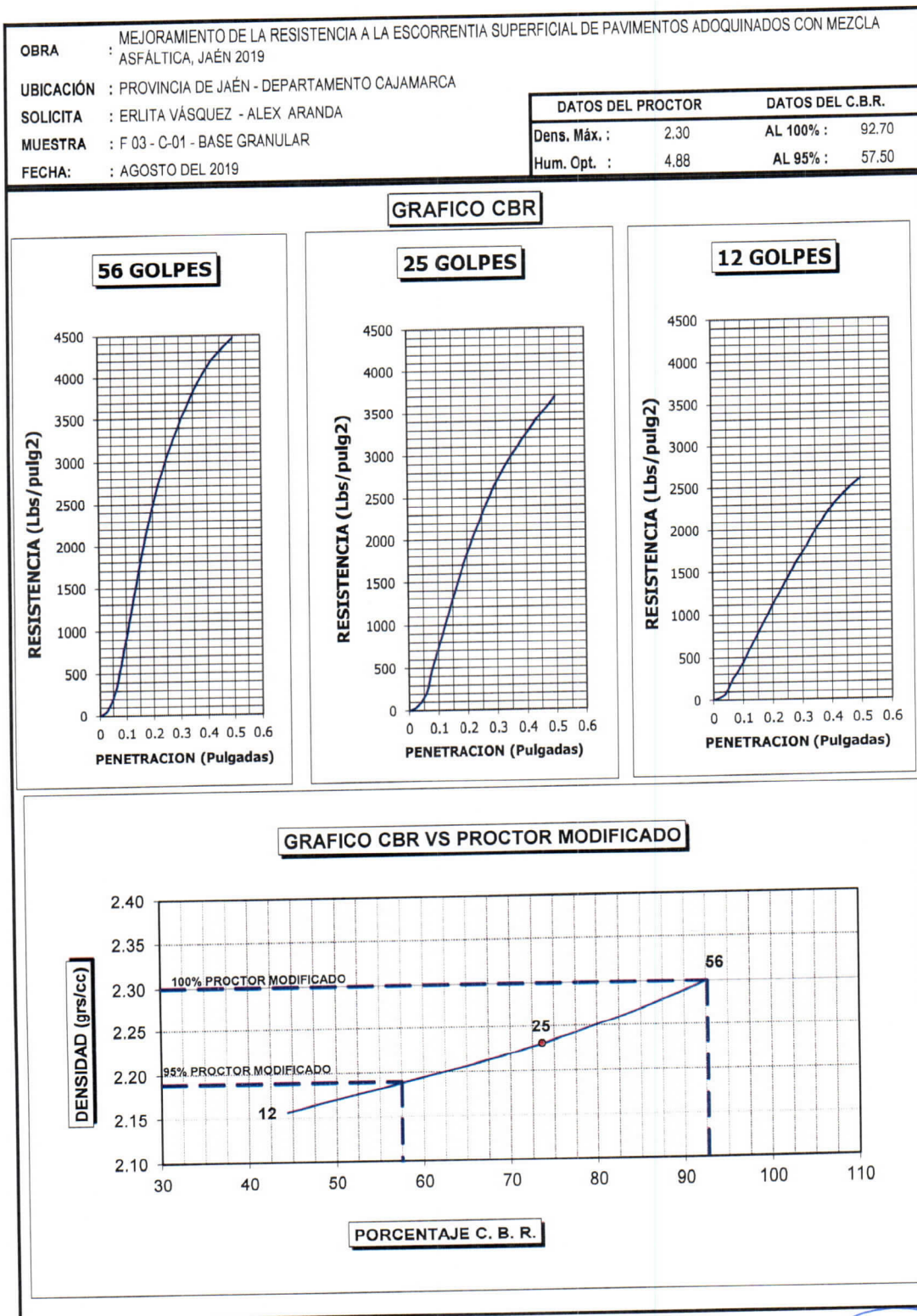
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA



WILMER ROJAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 173245

MAGMA SAC - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58121



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito H. Soberón Herrera
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA



Wilmer Rojas Pintado
WILMER ROJAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 173245

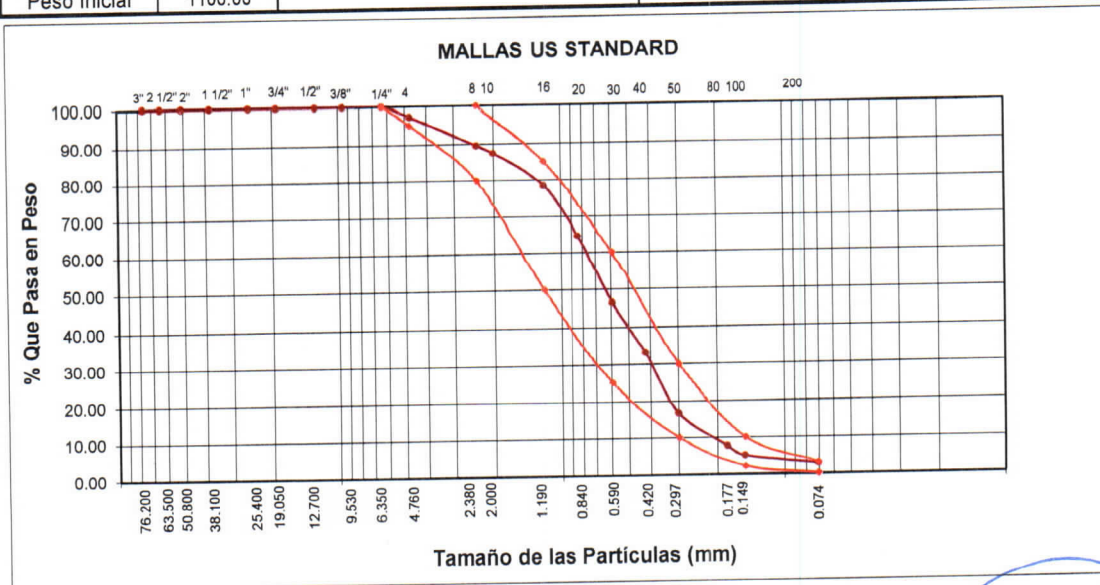
MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP. 58121

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
NORMA ASTM D422		
PROYECTO	Mejoramiento de la resistencia a la Escorrentía Superficial de Pavimentos Adoquinados, con mezcla asfáltica, Jaén 2019	
UBICACIÓN	Yanuyacu Bajo - Provincia de Jaén - Cajamarca	COORD.: ESTE: 747909
CANtera	Ocaña	NORTE: 9373576
FECHA	Setiembre del 2019	COTA (msnm) 577

MUESTRA N°: 01

Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Pulg.	mm.					
3"	76.20					AGREGADO FINO PARA ELABORACION DE JUNTAS
2 1/2"	63.50					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.05					
1/2"	12.70					CLASIFICACION AASHTO :
3/8"	9.53					
1/4"	6.35			100.00		
N° 04	4.76	30.00	2.73	97.27	95 - 100	
N° 08	2.38	85.00	7.73	89.55	80 - 100	Módulo de Fineza: 2.67
N° 10	2.00	23.18	2.11	87.44		Humedad Natural : 3.4 %
N° 16	1.19	100.00	9.09	78.35	50 - 85	OBSERVACIONES: Arena procedente de cantera Cantera Ocaña - Yanuyacu Bajo para cama de arena del pavimento
N° 20	0.84	150.00	13.64	64.71	25 - 60	
N° 30	0.59	200.00	18.18	46.53		
N° 40	0.42	146.99	13.36	33.17		
N° 50	0.30	180.54	16.41	16.75	10 - 30	
N° 80	0.18	100.00	9.09	7.66		
N° 100	0.15	30.00	2.73	4.94	2 - 10	
N° 200	0.07	25.00	2.27	2.66	0 - 3	
<N° 200		29.29	2.66	0.00		
Peso Inicial	1100.00					



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERON HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

WILMER ROJAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173243

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 36121

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN				
MÉTODO : AASHTO T- 96 - Norma MTC E-207				
SOLICITA	: ERLITA VÁSQUEZ CAYAO - ALEX JUNIOR ARANDA ROMAN			
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ADOQUINADOS CON MEZCLA ASFÁLTICA, JAÉN 2019			
UBICACIÓN	: PROVINCIA DE JAÉN - DEPARTAMENTO CAJAMARCA			
MUESTRA	: GRAVA PARA BASE	COORD.: ESTE: 747909		
CALICATA	: C-01	NORTE: 9373576		
FECHA	: SEPTIEMBRE DEL 2019	COTA (msnm) 577		
Muestra N°	1			
CALICATA	C-01			
Graduación	"A"			
Peso Muestra	5,000.00			
1 1/2" - 1"	1,250.00			
1" - 3/4"	1,250.00			
3/4" - 1/2"	1,250.00			
1/2" - 3/8"	1,250.00			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 04				
N° 04 - N° 08				
Total Desgaste	922.00			
N° de esferas 500 Vueltas	12			
Ret. N° 12	4078.00			
% de Desgaste	18.44%			
REDONDEO	18%			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 58121



WILMER ROJAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173249

SOLICITA : ERLITA VÁSQUEZ CAYAO - ALEX JUNIOR ARANDA ROMAN

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ADOQUINADOS CON MEZCLA ASFÁLTICA, JAÉN 2019

UBICACIÓN : PROVINCIA DE JAÉN - DEPARTAMENTO CAJAMARCA

COORD.: ESTE: 747909

CALICATA : C-01

NORTE: 9373576

MATERIAL : PARA BASE GRANULAR

COTA (msnm) 577

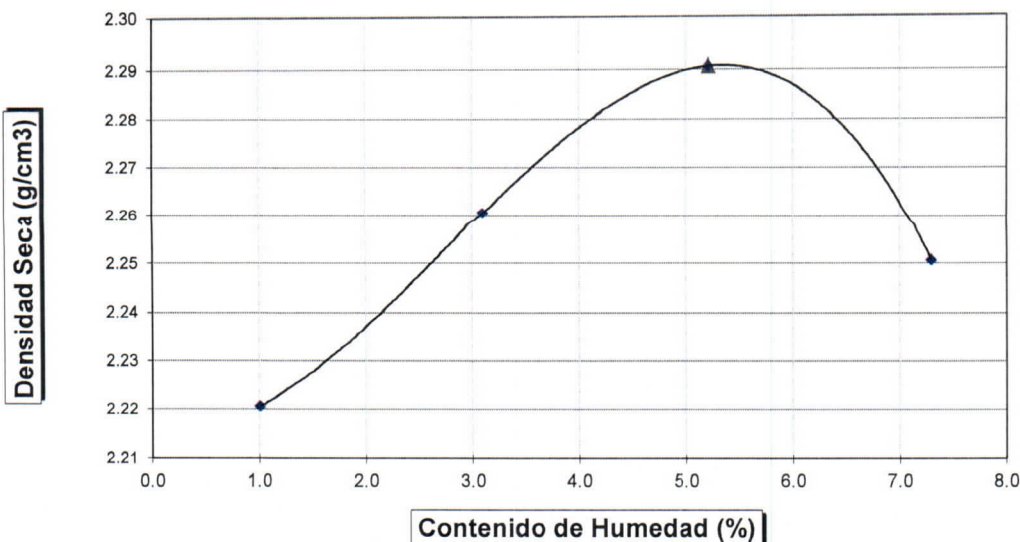
PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - ASTM D 1557

MOLDE N°	:	1			
VOLUMEN	:	2105	cm ³	---	pie ³
METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T - 180 - C			
- Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	10812	10970	11142	11133
- Peso de Molde	(g)	6060	6060	6060	6060
- Peso Suelo Humedo Compactado	(g)	4752	4910	5082	5073
- Peso Volumétrico Humedo	(g)	2.26	2.33	2.41	2.41
- Recipiente N°		32	33	34	35
- Peso de Suelo Humedo + Tara	(g)	137.68	116.73	118.73	119.05
- Peso de Suelo Seco + Tara	(g)	136.58	114.05	114.17	112.75
- Tara	(g)	27.21	27.53	26.64	26.40
- Peso de Agua	(g)	1.10	2.68	4.56	6.30
- Peso de Suelo Seco	(g)	109.37	86.52	87.53	86.35
- Contenido de agua	(%)	1.01	3.10	5.21	7.30
- Peso Volumétrico Seco	(g/cm ³)	2.22	2.26	2.29	2.25

Máxima Densidad Seca : 2.29 gr/cm³
Optimo Contenido de Humedad : 5.21 %


CONTENIDO DE HUMEDAD vs DENSIDAD SECA



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

WILMER ROJAS PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 173245

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58121

	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
	PROTOCOLO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (ROTURA DE ADOQUINES DE CONCRETO)


TESIS: "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA ESCORRENTIA SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS ADOQUINADOS CON MEZCLA ASFÁLTICA, JAÉN 2019"

TESISTAS: ERLITA VÁSQUEZ CAYAO
ALEX JUNIOR ARANDA ROMAN

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES DE ADOQUINES DE CONCRETO
ASTM C-39 - ASTM C-1231


N° de Muestras	Estructura	Tesistas	Resistencia mín. (NTP 399.661)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Lectura Dial (kN)	Carga (Kg.f)	f'c (Kg/cm ²)	f'c Prom. (Kg/cm ²)	f'c Prom. %
001 - A	Pavimento Adoquinado	Alex Aranda Roman y Erlita Vásquez Cayao	340	20	10,00	197.0	861.0	87.798	445.7	424.8	125.0%
001 - B				20	10,00	197.0	790.5	80,609	409.2		
001 - C				20	10,00	197.0	810.8	82,679	419.7		


MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



IVAN H. SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA





 **WILMER ROJAS PINTADO**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. 173243

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CIP 56121



Presupuesto

Presupuesto 0201025 oMEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN LA CALLE JORGE CHAVEZ DE LA URBANIZACION
MIRASOL II DEL SECTOR NUEVO HORIZONTE, PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA
Subpresupuesto 003 PAVIMENTACION JORGE CHAVEZ ADOQUINADO CON MEZCLA ASFALTICA
Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN
Lugar CAJAMARCA - JAEN - JAEN

Costo al

01/02/2019

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA A NIVEL DE PAVIMENTO RIGIDO				188,573.30
01.01	OBRAS PROVISIONALES				7,862.37
01.01.01	CARTEL DE OBRA 4.80 M x 3.60 M	UND	1.00	1,181.65	1,181.65
01.01.02	ALMACEN TEMPORAL PARA MATERIALES Y EQUIPOS	MES	3.00	500.00	1,500.00
01.01.03	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES	UND	2.00	2,590.36	5,180.72
01.02	OBRAS PRELIMINARES				4,045.38
01.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PARA LA CALZADURA	M2	2,136.35	1.69	3,610.43
01.02.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO				
01.02.03	DEMOLICION DE VEREDAS EXISTENTES	M3	68.62	6.18	424.07
01.02.04	DEMOLICION PARA REFORZAMIENTO SUPERIOR EN CANAL DE RIEGO	M3	1.76	6.18	10.88
01.03	SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD				5,034.42
01.03.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	2,398.20	2,398.20
01.03.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	5.00	409.80	2,049.00
01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE PRODUCTO DE LA DEMOLICION	M3	95.02	6.18	587.22
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				15,858.50
01.04.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	957.00	4.03	3,856.71
01.04.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTO EN TERRENO NORMAL	M2	2,136.35	2.72	5,810.87
01.04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1,197.47	5.17	6,190.92
01.05	PAVIMENTOS				70,052.63
01.05.01	COLOCACION, REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION - BASE E = 0.20 M	M2	2,146.22	9.57	20,539.33
01.05.02	COLOCACIÓN DE CAMA DE ARENA E=0.05	M2	2,146.22	23.07	49,513.30
01.06	CAPA DE RODADURA				83,860.00
01.06.01	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO	M2	1,750.00	47.92	83,860.00
01.07	JUNTAS DE RELLENO				1,860.00
01.07.01	JUNTAS DE MEZCLA ASFALTICA	ML	250.00	7.44	1,860.00
02	CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE PARA DRENAJE PLUVIAL				42,089.71
02.01	CUNETAS DE CONCRETO				40,488.81
02.01.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 - EN GIBAS	M3	3.60	417.57	1,503.25
02.01.02	EXCAVACION MANUAL - EN CUNETAS E=0.40M	M3	99.92	43.46	4,342.52
02.01.03	REFINE Y NIVELACION MANUAL - EN CUENTAS E = 0.20 M	M2	249.80	3.92	979.22
02.01.04	BASE GRANULAR E = 0.20 M	M2	49.96	9.19	459.13
02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	124.90	5.17	645.73
02.01.06	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 - CUNETAS	M3	54.13	416.53	22,546.77
02.01.07	RELLENO JUNTAS DE DILATACION	ML	571.09	7.44	4,248.91
02.01.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN CUNETAS	M2	126.36	45.61	5,763.28
02.02	REFORMIENTO SUPERIOR EN CANAL DE RIEGO				1,600.90
02.02.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TAPA DE CONCRETO	M2	17.57	1.69	29.69
02.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN TAPA DE CONCRETO	M2	4.94	45.61	225.31
02.02.03	ACERO DE REFUERZO F'Y = 4,200 KG/CM2 EN TAPA DE CONCRETO	KG	138.88	4.41	612.46
02.02.04	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 EN TAPA DE CONCRETO	M3	1.76	416.73	733.44
03	CONSTRUCCION DE ACERA PEATONAL				95,821.07
03.01	OBRAS PRELIMINARES				727.95
03.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	M2	582.36	1.25	727.95
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				52,458.52
03.02.01	EXCAVACION EN VEREDAS				
03.02.02	TRAZO Y REPLANTEO	M2	582.36	1.69	984.19
03.02.03	CORTE DE MATERIAL SUELTO EN VEREDAS E = 0.20 M	M3	160.15	43.46	6,960.12
03.02.04	COLOCACION DE BASE GRANULAR EN VEREDAS	M2	582.36	9.31	5,421.77
03.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	200.19	5.17	1,034.98
03.02.06	EXCAVACION EN MARTILLOS				
03.02.07	CORTE DE MATERIAL SUELTO EN MARTILLOS E = 0.20 M	M3	94.07	43.46	4,088.28
03.02.08	BASE GRANULAR EN MARTILLOS E = 0.10 M	M2	317.48	7.81	2,479.52
03.02.09	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	117.59	5.17	607.94
03.02.10	VEREDAS DE CONCRETO				
03.02.11	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 - EN VEREDAS	M3	87.35	353.54	30,881.72
03.03	CONCRETO SIMPLE				42,634.60

Presupuesto

Presupuesto 0201025 oMEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN LA CALLE JORGE CHAVEZ DE LA URBANIZACION
MIRASOL II DEL SECTOR NUEVO HORIZONTE, PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA
Subpresupuesto 003 PAVIMENTACION JORGE CHAVEZ ADOQUINADO CON MEZCLA ASFALTICA
Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN
Lugar CAJAMARCA - JAEN - JAEN

Costo al 01/02/2019

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN VEREDAS	M2	205.93	45.61	9,392.47
03.03.02	CURADO EN VEREDAS	M2	582.36	1.60	931.78
03.03.03	JUNTAS DE DILATACION ASFALTICAS	ML	196.00	4.65	911.40
03.03.04	MARTILLOS DE CONCRETO				
03.03.05	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 - EN MARTILLOS	M3	52.13	353.54	18,430.04
03.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN MARTILLOS	M2	144.10	45.61	6,572.40
03.03.07	CURADO EN MARTILLOS	M2	317.48	1.60	507.97
03.03.08	RAMPAS DE CONCRETO				
03.03.09	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 - EN RAMPAS	M3	13.18	362.16	4,773.27
03.03.10	JUNTAS DE DILATACION ASFALTICAS	ML	138.00	4.65	641.70
03.03.11	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN RAMPAS	M2	9.36	45.61	426.91
03.03.12	CURADO EN RAMPAS	M2	29.16	1.60	46.66
04	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				28,827.25
04.01	REJILLA METALICA CON MARCO DE 1.00 M X 0.50 M RAMPA - CUNETAS	UND	36.00	69.37	2,497.32
04.02	SEÑALIZACION				17,630.00
04.02.01	SEÑAL PREVENTIVA	UND	1.00	410.00	410.00
04.02.02	SEÑAL INFORMATIVA	UND	8.00	410.00	3,280.00
04.02.03	SEÑAL REGLAMENTARIA	UND	34.00	410.00	13,940.00
04.03	SEGURIDAD VIAL				8,699.93
04.03.01	CRUCEROS PEATONALES CON PINTURA DE TRAFICO	M2	138.43	23.01	3,185.27
04.03.02	PINTURA EN BORDE DE VEREDA	ML	495.00	4.86	2,405.70
04.03.03	LINEAS DE CARRIL	ML	60.00	7.50	450.00
04.03.04	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	UND	18.00	147.72	2,658.96
05	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				984.00
05.01	MITIGACION AMBIENTAL				984.00
05.01.01	PROGRAMA DE PREVENCION Y/O MITIGACION				
05.01.02	CANASTILLAS PARA EL RECOJO DE BASURA	UND	8.00	123.00	984.00
06	VARIOS				12,825.57
06.01	RIEGO A DIARIO CONTRA LA GENERACION DE POLVO	DIA	60.00	32.59	1,955.40
06.02	REPOSICION DE TUBERIA PVC - SAP Ø 1/2"	und	24.00	56.30	1,351.20
06.03	REPOSICION DE CAJAS DE AGUA	und	24.00	60.85	1,460.40
06.04	REPOSICIONES DE TUBERIAS Y CAJAS DE AGUA; Y TUBERIAS DE DESAGUE				8,058.57
06.04.01	REPOSICION DE TUBERIA PVC DESAGUE	und	24.00	61.61	1,478.64
06.04.02	REPOSICION DE CAJAS DE BUZON - DESAGUE	und	24.00	136.27	3,270.48
06.04.03	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	3,036.19	1.09	3,309.45
Costo Directo					369,120.90

SON : TRESCIENTOS SESENTINUEVE MIL CIENTO VEINTE Y 90/100 NUEVOS SOLES

Presupuesto

Presupuesto 0201025 oMEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN LA CALLE JORGE CHAVEZ DE LA URBANIZACION
MIRASOL II DEL SECTOR NUEVO HORIZONTE, PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA
Subpresupuesto 002 PAVIMENTACION JORGE CHAVEZ ADOQUINADO
Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN
Lugar CAJAMARCA - JAEN - JAEN

Costo al 01/02/2019

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MEJRAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA A NIVEL DE PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUIN)				184,572.50
01.01	OBRAS PROVISIONALES				7,862.37
01.01.01	CARTEL DE OBRA 4.80 M x 3.60 M	UND	1.00	1,181.65	1,181.65
01.01.02	ALMACEN TEMPORAL PARA MATERIALES Y EQUIPOS	MES	3.00	500.00	1,500.00
01.01.03	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES	UND	2.00	2,590.36	5,180.72
01.02	OBRAS PRELIMINARES				3,610.43
01.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PARA LA CALZADURA	M2	2,136.35	1.69	3,610.43
01.03	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO				1,022.17
01.03.01	DEMOLICION DE VEREDAS EXISTENTES	M3	68.62	6.18	424.07
01.03.02	DEMOLICION PARA REFORZAMIENTO SUPERIOR EN CANAL DE RIEGO	M3	1.76	6.18	10.88
01.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE PRODUCTO DE LA DEMOLICION	M3	95.02	6.18	587.22
01.04	SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD				4,447.20
01.04.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	2,398.20	2,398.20
01.04.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	5.00	409.80	2,049.00
01.05	MOVIMIENTO DE TIERRAS				15,858.50
01.05.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	957.00	4.03	3,856.71
01.05.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTO EN TERRENO NORMAL	M2	2,136.35	2.72	5,810.87
01.05.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1,197.47	5.17	6,190.92
01.06	PAVIMENTOS				60,911.83
01.06.01	COLOCACION, REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION - BASE E = 0.20 M	M2	2,146.22	9.57	20,539.33
01.06.02	COLOCACIÓN DE CAMA DE ARENA E=0.05	M2	1,750.00	23.07	40,372.50
01.07	CAPA DE RODADURA DE ADOQUINES DE CONCRETO				90,860.00
01.07.01	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO	M2	1,750.00	51.92	90,860.00
02	CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE PARA DRENAJE PLUVIAL				40,586.46
02.01	CUNETAS DE CONCRETO				38,985.56
02.01.01	EXCAVACION MANUAL - EN CUNETAS E=0.40M	M3	99.92	43.46	4,342.52
02.01.02	REFINE Y NIVELACION MANUAL - EN CUENTAS E = 0.20 M	M2	249.80	3.92	979.22
02.01.03	BASE GRANULAR E = 0.20 M	M2	49.96	9.19	459.13
02.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	124.90	5.17	645.73
02.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN CUNETAS	M2	126.36	45.61	5,763.28
02.01.06	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 - CUNETAS	M3	54.13	416.53	22,546.77
02.01.07	RELLENO JUNTAS DE DILATACION	ML	571.09	7.44	4,248.91
02.02	REFORMIENTO SUPERIOR EN CANAL DE RIEGO				1,600.90
02.02.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TAPA DE CONCRETO	M2	17.57	1.69	29.69
02.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN TAPA DE CONCRETO	M2	4.94	45.61	225.31
02.02.03	ACERO DE REFUERZO F'Y = 4,200 KG/CM2 EN TAPA DE CONCRETO	KG	138.88	4.41	612.46
02.02.04	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 EN TAPA DE CONCRETO	M3	1.76	416.73	733.44
03	CONSTRUCCION DE ACERA PEATONAL				98,318.39
03.01	OBRAS PRELIMINARES				1,712.14
03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	M2	582.36	1.69	984.19
03.01.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	M2	582.36	1.25	727.95
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				61,675.00
03.02.01	EXCAVACION EN VEREDAS				12,381.89
03.02.01.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO EN VEREDAS E = 0.20 M	M3	160.15	43.46	6,960.12
03.02.01.02	COLOCACION DE BASE GRANULAR EN VEREDAS	M2	582.36	9.31	5,421.77
03.02.02	EXCAVACION EN MARTILLOS				7,175.74
03.02.02.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO EN MARTILLOS E = 0.20 M	M3	94.07	43.46	4,088.28
03.02.02.02	BASE GRANULAR EN MARTILLOS E = 0.10 M	M2	317.48	7.81	2,479.52
03.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	117.59	5.17	607.94
03.02.03	VEREDAS DE CONCRETO				42,117.37
03.02.03.01	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 - EN VEREDAS	M3	87.35	353.54	30,881.72
03.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN VEREDAS	M2	205.93	45.61	9,392.47
03.02.03.03	JUNTAS DE DILATACION ASFALTICAS	ML	196.00	4.65	911.40
03.02.03.04	CURADO EN VEREDAS	M2	582.36	1.60	931.78
03.03	CONCRETO SIMPLE				34,931.25
03.03.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	200.19	5.17	1,034.98

Presupuesto

Presupuesto 0201025 oMEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN LA CALLE JORGE CHAVEZ DE LA URBANIZACION
 MIRASOL II DEL SECTOR NUEVO HORIZONTE, PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA
 Subpresupuesto 002 PAVIMENTACION JORGE CHAVEZ ADOQUINADO
 Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN Costo al 01/02/2019
 Lugar CAJAMARCA - JAEN - JAEN

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.03.02	MARTILLOS DE CONCRETO				26,152.11
03.03.02.01	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 - EN MARTILLOS	M3	52.13	353.54	18,430.04
03.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN MARTILLOS	M2	144.10	45.61	6,572.40
03.03.02.03	CURADO EN MARTILLOS	M2	317.48	1.60	507.97
03.03.02.04	JUNTAS DE DILATACION ASFALTICAS	ML	138.00	4.65	641.70
03.03.03	RAMPAS DE CONCRETO				7,744.16
03.03.03.01	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 - EN RAMPAS	M3	13.18	362.16	4,773.27
03.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN RAMPAS	M2	9.36	45.61	426.91
03.03.03.03	CURADO EN RAMPAS	M2	29.16	1.60	46.66
03.03.03.04	REJILLA METALICA CON MARCO DE 1.00 M X 0.50 M RAMPA - CUNETAS	UND	36.00	69.37	2,497.32
04	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				26,329.93
04.01	SEÑALIZACION				17,630.00
04.01.01	SEÑAL PREVENTIVA	UND	1.00	410.00	410.00
04.01.02	SEÑAL INFORMATIVA	UND	8.00	410.00	3,280.00
04.01.03	SEÑAL REGLAMENTARIA	UND	34.00	410.00	13,940.00
04.02	SEGURIDAD VIAL				8,699.93
04.02.01	CRUCEROS PEATONALES CON PINTURA DE TRAFICO	M2	138.43	23.01	3,185.27
04.02.02	LINEAS DE CARRIL	ML	60.00	7.50	450.00
04.02.03	PINTURA EN BORDE DE VEREDA	ML	495.00	4.86	2,405.70
04.02.04	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	UND	18.00	147.72	2,658.96
05	MITIGACION AMBIENTAL				2,939.40
05.01	PROGRAMA DE PREVENCION Y/O MITIGACION				984.00
05.01.01	CANASTILLAS PARA EL RECOJO DE BASURA	UND	8.00	123.00	984.00
05.02	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				1,955.40
05.02.01	RIEGO A DIARIO CONTRA LA GENERACION DE POLVO	DIA	60.00	32.59	1,955.40
06	VARIOS				10,870.17
06.01	REPOSICIONES DE TUBERIAS Y CAJAS DE AGUA; Y TUBERIAS DE DESAGUE				10,870.17
06.01.01	REPOSICION DE TUBERIA PVC - SAP Ø 1/2"	und	24.00	56.30	1,351.20
06.01.02	REPOSICION DE CAJAS DE AGUA	und	24.00	60.85	1,460.40
06.01.03	REPOSICION DE TUBERIA PVC DESAGUE	und	24.00	61.61	1,478.64
06.01.04	REPOSICION DE CAJAS DE BUZON - DESAGUE	und	24.00	136.27	3,270.48
06.01.05	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	3,036.19	1.09	3,309.45
Costo Directo					363,616.85

SON : TRESCIENTOS SESENTITRES MIL SEISCIENTOS DIECISEIS Y 85/100 NUEVOS SOLES

Presupuesto

Presupuesto 0201025 oMEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN LA CALLE JORGE CHAVEZ DE LA URBANIZACION
MIRASOL II DEL SECTOR NUEVO HORIZONTE, PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA

Subpresupuesto 001 PAVIMENTACION CALLE JORGE CHAVEZ

Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN

Lugar CAJAMARCA - JAEN - JAEN

Costo al 01/02/2019

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MEJORAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA A NIVEL DE PAVIMENTO RIGIDO				214,625.28
01.01	OBRAS PROVISIONALES				7,862.37
01.01.01	CARTEL DE OBRA 4.80 M x 3.60 M	UND	1.00	1,181.65	1,181.65
01.01.02	ALMACEN TEMPORAL PARA MATERIALES Y EQUIPOS	MES	3.00	500.00	1,500.00
01.01.03	SERVICIOS HIGIENICOS PROVISIONALES	UND	2.00	2,590.36	5,180.72
01.02	OBRAS PRELIMINARES				4,632.60
01.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PARA LA CALZADURA	M2	2,136.35	1.69	3,610.43
01.02.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO				1,022.17
01.02.02.01	DEMOLICION DE VEREDAS EXISTENTES	M3	68.62	6.18	424.07
01.02.02.02	DEMOLICION PARA REFORZAMIENTO SUPERIOR EN CANAL DE RIEGO	M3	1.76	6.18	10.88
01.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE PRODUCTO DE LA DEMOLICION	M3	95.02	6.18	587.22
01.03	SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD				4,447.20
01.03.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	2,398.20	2,398.20
01.03.02	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	5.00	409.80	2,049.00
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				15,858.50
01.04.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	957.00	4.03	3,856.71
01.04.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTO EN TERRENO NORMAL	M2	2,136.35	2.72	5,810.87
01.04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1,197.47	5.17	6,190.92
01.05	PAVIMENTOS				173,349.31
01.05.01	COLOCACION, REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION - BASE E = 0.20 M	M2	2,146.22	9.57	20,539.33
01.05.02	LOSA DE CONCRETO				152,809.98
01.05.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN LOSA DE CONCRETO	M2	263.60	52.24	13,770.46
01.05.02.02	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 - EN LOSA DE CONCRETO	M3	424.48	319.50	135,621.36
01.05.02.03	CURADO DE LOSA	M2	2,136.35	1.60	3,418.16
01.06	JUNTAS DE DILATACION				6,725.76
01.06.01	RELLENO JUNTAS DE DILATACION	ML	904.00	7.44	6,725.76
01.07	GIBA DE CONCRETO (01 UNIDAD)				1,749.54
01.07.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO GIBA DE CONCRETO	M2	5.40	45.61	246.29
01.07.02	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 - EN GIBAS	M3	3.60	417.57	1,503.25
02	CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE PARA DRENAJE PLUVIAL				40,586.46
02.01	CUNETAS DE CONCRETO				38,985.56
02.01.01	EXCAVACION MANUAL - EN CUNETAS E=0.40M	M3	99.92	43.46	4,342.52
02.01.02	REFINE Y NIVELACION MANUAL - EN CUENTAS E = 0.20 M	M2	249.80	3.92	979.22
02.01.03	BASE GRANULAR E = 0.20 M	M2	49.96	9.19	459.13
02.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	124.90	5.17	645.73
02.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN CUNETAS	M2	126.36	45.61	5,763.28
02.01.06	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 - CUNETAS	M3	54.13	416.53	22,546.77
02.01.07	RELLENO JUNTAS DE DILATACION	ML	571.09	7.44	4,248.91
02.02	REFORMIENTO SUPERIOR EN CANAL DE RIEGO				1,600.90
02.02.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TAPA DE CONCRETO	M2	17.57	1.69	29.69
02.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN TAPA DE CONCRETO	M2	4.94	45.61	225.31
02.02.03	ACERO DE REFUERZO F'Y = 4,200 KG/CM2 EN TAPA DE CONCRETO	KG	138.88	4.41	612.46
02.02.04	CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 EN TAPA DE CONCRETO	M3	1.76	416.73	733.44
03	CONSTRUCCION DE ACERA PEATONAL				98,318.39
03.01	OBRAS PRELIMINARES				1,712.14
03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	M2	582.36	1.69	984.19
03.01.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	M2	582.36	1.25	727.95
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				20,592.61
03.02.01	EXCAVACION EN VEREDAS				13,416.87
03.02.01.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO EN VEREDAS E = 0.20 M	M3	160.15	43.46	6,960.12
03.02.01.02	COLOCACION DE BASE GRANULAR EN VEREDAS	M2	582.36	9.31	5,421.77
03.02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	200.19	5.17	1,034.98
03.02.02	EXCAVACION EN MARTILLOS				7,175.74
03.02.02.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO EN MARTILLOS E = 0.20 M	M3	94.07	43.46	4,088.28
03.02.02.02	BASE GRANULAR EN MARTILLOS E = 0.10 M	M2	317.48	7.81	2,479.52
03.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	117.59	5.17	607.94

Presupuesto

Presupuesto	0201025	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD EN LA CALLE JORGE CHAVEZ DE LA URBANIZACION MIRASOL II DEL SECTOR NUEVO HORIZONTE, PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA		
Subpresupuesto	001	PAVIMENTACION CALLE JORGE CHAVEZ		
Cliente		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE JAEN	Costo al	01/02/2019
Lugar		CAJAMARCA - JAEN - JAEN		

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.03	CONCRETO SIMPLE				76,013.64
03.03.01	VEREDAS DE CONCRETO				42,117.37
03.03.01.01	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 - EN VEREDAS	M3	87.35	353.54	30,881.72
03.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN VEREDAS	M2	205.93	45.61	9,392.47
03.03.01.03	CURADO EN VEREDAS	M2	582.36	1.60	931.78
03.03.01.04	JUNTAS DE DILATACION ASFALTICAS	ML	196.00	4.65	911.40
03.03.02	MARTILLOS DE CONCRETO				26,152.11
03.03.02.01	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 - EN MARTILLOS	M3	52.13	353.54	18,430.04
03.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN MARTILLOS	M2	144.10	45.61	6,572.40
03.03.02.03	CURADO EN MARTILLOS	M2	317.48	1.60	507.97
03.03.02.04	JUNTAS DE DILATACION ASFALTICAS	ML	138.00	4.65	641.70
03.03.03	RAMPAS DE CONCRETO				7,744.16
03.03.03.01	CONCRETO F'C = 175 KG/CM2 - EN RAMPAS	M3	13.18	362.16	4,773.27
03.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - EN RAMPAS	M2	9.36	45.61	426.91
03.03.03.03	CURADO EN RAMPAS	M2	29.16	1.60	46.66
03.03.03.04	REJILLA METALICA CON MARCO DE 1.00 M X 0.50 M RAMPA - CUNETAS	UND	36.00	69.37	2,497.32
04	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				26,329.93
04.01	SEÑALIZACION				17,630.00
04.01.01	SEÑAL PREVENTIVA	UND	1.00	410.00	410.00
04.01.02	SEÑAL INFORMATIVA	UND	8.00	410.00	3,280.00
04.01.03	SEÑAL REGLAMENTARIA	UND	34.00	410.00	13,940.00
04.02	SEGURIDAD VIAL				8,699.93
04.02.01	CRUCEROS PEATONALES CON PINTURA DE TRAFICO	M2	138.43	23.01	3,185.27
04.02.02	LINEAS DE CARRIL	ML	60.00	7.50	450.00
04.02.03	PINTURA EN BORDE DE VEREDA	ML	495.00	4.86	2,405.70
04.02.04	PINTURA DE SIMBOLOS Y LETRAS	UND	18.00	147.72	2,658.96
05	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				2,939.40
05.01	MITIGACION AMBIENTAL				2,939.40
05.01.01	PROGRAMA DE PREVENCION Y/O MITIGACION				2,939.40
05.01.01.01	CANASTILLAS PARA EL RECOJO DE BASURA	UND	8.00	123.00	984.00
05.01.01.02	RIEGO A DIARIO CONTRA LA GENERACION DE POLVO	DIA	60.00	32.59	1,955.40
06	VARIOS				10,870.17
06.01	REPOSICIONES DE TUBERIAS Y CAJAS DE AGUA; Y TUBERIAS DE DESAGUE				10,870.17
06.01.01	REPOSICION DE TUBERIA PVC - SAP Ø 1/2"	und	24.00	56.30	1,351.20
06.01.02	REPOSICION DE CAJAS DE AGUA	und	24.00	60.85	1,460.40
06.01.03	REPOSICION DE TUBERIA PVC DESAGUE	und	24.00	61.61	1,478.64
06.01.04	REPOSICION DE CAJAS DE BUZON - DESAGUE	und	24.00	136.27	3,270.48
06.01.05	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	3,036.19	1.09	3,309.45
Costo Directo					393,669.63

SON : TRESCIENTOS NOVENTITRES MIL SEISCIENTOS SESENTINUEVE Y 63/100 NUEVOS SOLES